

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2002年12月 5日

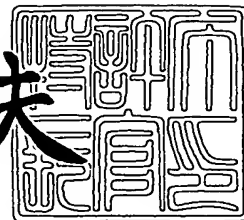
出願番号
Application Number: 特願2002-354235
[ST. 10/C]: [JP2002-354235]

出願人
Applicant(s): トヨタ自動車株式会社

2003年 9月16日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 020687JP

【提出日】 平成14年12月 5日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F01L 9/04
F02D 13/00

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 浅田 俊昭

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 江崎 修一

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 辻 公壽

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 日下 康

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 片岡 顕二

【特許出願人】

【識別番号】 000003207

【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100099645

【弁理士】

【氏名又は名称】 山本 晃司

【電話番号】 03-5524-2323

【選任した代理人】

【識別番号】 100104765

【弁理士】

【氏名又は名称】 江上 達夫

【電話番号】 03-5524-2323

【選任した代理人】

【識別番号】 100107331

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 聡延

【電話番号】 03-5524-2323

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 131913

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 内燃機関の弁駆動システム及び弁駆動装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の気筒を有する内燃機関に適用され、各気筒に設けられた吸気用又は排気用の弁を駆動するための内燃機関の弁駆動システムであって、

前記内燃機関の互いに異なる気筒の前記弁をそれぞれ駆動するように設けられ、回転運動を発生する駆動源としての電動モータ、及び前記電動モータの回転運動を駆動対象の弁の開閉運動に変換し伝達する動力伝達機構をそれぞれ備えた複数の弁駆動装置と、

前記複数の弁駆動装置のそれぞれの前記電動モータの動作を前記内燃機関の運転状態に応じて制御するモータ制御手段と、
を備えていることを特徴とする内燃機関の弁駆動システム。

【請求項 2】 前記モータ制御手段は、前記駆動対象の弁の作用角、リフト特性、又は最大リフト量の少なくともいずれか一つの動作特性が変化するように、前記電動モータの動作を前記内燃機関の運転状態に応じて制御することを特徴とする請求項 1 に記載の弁駆動システム。

【請求項 3】 前記動力伝達機構はカムを利用して前記電動モータの回転運動を前記開閉運動に変換することを特徴とする請求 1 又は 2 に記載の弁駆動システム。

【請求項 4】 前記モータ制御手段は、前記カムの回転に対して作用するフリクショントルクの変化を考慮して前記電動モータの制御量を設定することを特徴とする請求項 3 に記載の弁駆動システム。

【請求項 5】 前記モータ制御手段は、前記内燃機関の吸気又は排気の特性に関する制御状態を考慮して前記電動モータの制御量を設定することを特徴とする請求項 3 又は 4 に記載の弁駆動システム。

【請求項 6】 前記モータ制御手段は、前記内燃機関の前記特性として、空燃比に関する制御状態を考慮し、前記空燃比が所定の目標値に制御されるように前記モータの制御量を補正することを特徴とする請求項 5 に記載の弁駆動システム。

【請求項 7】 前記内燃機関の吸気又は排気に関する制御状態の考慮によって与えられた前記電動モータの制御量に対する補正量に基づいて弁駆動システムの異常の有無を判別する異常判別手段を備えていることを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の弁駆動システム。

【請求項 8】 前記モータ制御手段は、前記内燃機関の運転状態の変化に基づいて前記内燃機関の回転数の変化を予測し、その予測結果を考慮して前記電動モータの制御量を設定することを特徴とする請求項 3 に記載の弁駆動システム。

【請求項 9】 前記カムの回転に対して作用するフリクシントルクが負の値になる場合に、前記カム側の回転運動で前記電動モータを駆動して当該電動モータにより発電を行うことを特徴とする請求項 3 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の弁駆動システム。

【請求項 1 0】 前記電動モータの回転位置を検出するモータ回転位置検出手段が該電動モータに付設され、前記モータ制御手段は、前記電動モータの回転位置の検出結果に基づいて前記カムの回転位置を特定するカム位置特定手段を備えていることを特徴とする請求項 3 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の弁駆動システム。

【請求項 1 1】 前記電動モータと前記カムとの間の減速比を $N:M$ （但し、 $N > M$ 、かつ N 、 M は 1 以外に公約数を持たない整数）としたときに、 N を 6 以下に設定することを特徴とする請求項 1 0 に記載の弁駆動システム。

【請求項 1 2】 前記モータ制御手段は、前記内燃機関が所定の状態にあるときに前記電動モータを所定の条件に従って回転させ、その回転中に前記カムのフリクシントルクの変化に相関して出現する前記電動モータの駆動状態の変化に基づいて前記カムの回転位置を把握する初期化手段を備えていることを特徴とする請求項 3 ～ 1 1 のいずれか 1 項に記載の弁駆動システム。

【請求項 1 3】 前記初期化手段は、前記内燃機関の停止時に前記電動モータを回転させて前記カムの回転位置を把握するとともに、把握したカムの回転位置を示す情報を前記内燃機関の停止期間中も記憶保持が可能な記憶装置に記憶させ、前記モータ制御手段は、前記内燃機関の次の始動時に、前記記憶装置が記憶する前記情報に基づいて前記カムの回転位置を特定して前記電動モータの制御

を開始することを特徴とする請求項 1 2 に記載の弁駆動システム。

【請求項 1 4】 前記モータ制御手段は、前記内燃機関の停止中の所定期間において前記弁がその軸線回りに回転するように前記電動モータを駆動する弁回転実行手段を備えていることを特徴とする請求項 3 に記載の弁駆動システム。

【請求項 1 5】 前記モータ制御手段は、前記弁のリフト量が、前記カムを一回転させたときに得られる最大リフト量よりも小さい所定の値に制限されるように前記電動モータを正逆転駆動させるリフト量制御手段を備えていることを特徴とする請求項 3 に記載の弁駆動システム。

【請求項 1 6】 前記モータ制御手段は、前記内燃機関の運転状態に応じて前記電動モータの駆動モードを、前記電動モータを正転方向にのみ駆動する正転モードと、前記電動モータを正逆転させる正逆転モードとの間で切り替えるモード切替手段を備えていることを特徴とする請求項 3 に記載の弁駆動システム。

【請求項 1 7】 回転運動を発生する駆動源としての電動モータと、
前記電動モータの回転運動を駆動対象の弁の開閉運動に変換し伝達する動力伝達機構と、

前記内燃機関の運転状態に応じて前記駆動対象の弁の作用角、リフト特性、又は最大リフト量の少なくともいずれか一つの動作特性が変化するように前記電動モータの動作を制御するモータ制御手段と、
を備えたことを特徴とする内燃機関の弁駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、内燃機関の吸気弁又は排気弁を駆動する弁駆動システム及び当該システムを構成する弁駆動装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

一般の内燃機関の吸気弁及び排気弁は、内燃機関のクランク軸から取り出された動力によって開閉駆動されている。しかし、近年では電動モータによって吸気弁や排気弁を駆動することが試みられている。例えば特許文献 1 には、カム軸を

モータで駆動して吸気弁を開閉させる弁駆動装置が開示されている。また、E G R用の弁を対象としたものであるが、バルブシステムに設けたねじ機構を利用してモータの回転を弁の直線的な開閉運動に変換する弁駆動装置も知られている（特許文献2参照）。

【0 0 0 3】

【特許文献1】

特開平8-177536号公報

【特許文献2】

特開平10-73178号公報

【0 0 0 4】

【発明が解決しようとする課題】

モータの回転をねじ機構によって弁の開閉運動に変換する装置は、弁を開閉させるために必要なモータの回転量が大きくて効率が悪いため、弁を高速かつ周期的に動作させる必要がある吸気弁や排気弁の駆動装置としては不向きである。

【0 0 0 5】

一方、カム軸をモータで回転させる場合には吸気弁や排気弁を効率よく駆動することができる。しかし、車両の動力源として一般に使用される多気筒の内燃機関では、一列に並んだ複数の気筒間でカム軸が共用されている。このような共用されたカム軸をモータで駆動するだけでは、カム軸の動作の変化がそのカム軸によって駆動されるすべての吸気弁や排気弁の動作特性に影響する。従って、モータを制御することによって得られる動作特性の自由度はそれほど高くない。

【0 0 0 6】

そこで、本発明は、複数の気筒を有する内燃機関の吸気弁又は排気弁をモータにて効率よく開閉させることができ、かつ、各弁の動作特性に関する自由度を従来よりも高めることができる内燃機関の弁駆動システム及び該システムに使用される弁駆動装置を提供することを目的とする。

【0 0 0 7】

【課題を解決するための手段】

本発明の弁駆動システムは、複数の気筒を有する内燃機関に適用され、各気筒

に設けられた吸気用又は排気用の弁を駆動するための内燃機関の弁駆動システムであって、前記内燃機関の互いに異なる気筒の前記弁をそれぞれ駆動するように設けられ、回転運動を発生する駆動源としての電動モータ、及び前記電動モータの回転運動を駆動対象の弁の開閉運動に変換し伝達する動力伝達機構をそれぞれ備えた複数の弁駆動装置と、前記複数の弁駆動装置のそれぞれの前記電動モータの動作を前記内燃機関の運転状態に応じて制御するモータ制御手段と、を備えることにより、上述した課題を解決する（請求項 1）。

【0 0 0 8】

この発明の弁駆動システムによれば、複数の弁駆動装置を設けたことにより、複数の気筒の吸気弁又は排気弁のそれぞれに対して内燃機関の運転状態に応じた適切な動作特性を与えることができる。なお、本発明の弁駆動システムにおいては、複数の弁駆動装置のそれぞれが互いに異なる気筒の吸気弁又は排気弁を駆動すればよい。従って、前記弁駆動装置が気筒毎に独立して設けられていてもよいし、各気筒の吸気弁及び排気弁に対してそれぞれ独立して弁駆動装置が設けられてもよい。その一方、一部又は全部の弁駆動装置が互いに異なる二以上の気筒の吸気弁又は排気弁を駆動してもよい。特に、吸気弁の開いている期間、又は排気弁の開いている期間が重ならない気筒間であれば、それらの気筒の吸気弁又は排気弁を共通の電動モータにて駆動したとしても、各気筒の吸気弁又は排気弁の動作特性を共通の電動モータにて駆動される吸気弁又は排気弁の動作に影響されることなく変化させることができる。

【0 0 0 9】

本発明の弁駆動システムにおいて、前記モータ制御手段は、前記駆動対象の弁の作用角、リフト特性、又は最大リフト量の少なくともいずれか一つの動作特性が変化するように、前記電動モータの動作を前記内燃機関の運転状態に応じて制御することができる（請求項 2）。この場合には、開閉タイミングのみを変化させる従来の弁駆動装置と比較して吸気弁や排気弁の動作をより柔軟に変化させることができる。なお、吸気弁又は排気弁が開いている間の電動モータの回転速度を増減させたならば作用角が変化し、その回転速度の変化、つまり加速度を変化させたならばリフト特性が変化する。リフト特性は、吸気弁又は排気弁のリフト

量とクランク角との対応関係に関する特性として把握されるものである。リフト量に関しては、吸気弁又は排気弁のリフト量が最大となる最大リフト位置に達するよりも早い段階でカムの回転方向を切り替えてカムを逆転させるように制御することにより、吸気弁又は排気弁のリフト量を最大リフト量よりも小さく制限することができる。

【0010】

本発明の弁駆動システムにおいて、動力伝達機構はカムやリンクを用いて電動モータの回転運動を吸気弁や排気弁の開閉運動に変換することができる。モータの回転運動をカムやリンクを介して吸気弁や排気弁の開閉運動に変換すれば、ねじ機構を利用する場合と比較してモータの回転量に対する弁の運動量の割合を大きく取ることができる。つまり、ねじ機構による場合にはねじを最低でも数回転以上させないと弁を十分に開閉させることができないが、カムやリンクを利用した場合にはモータの一回転によって運動の一周期が完結するので、モータを最大でも一回転させるだけで吸気弁や排気弁に所定の開閉動作を与えることができる。従って、吸気弁又は排気弁を効率よく駆動することができる。

【0011】

電動モータの回転をカムによって吸気弁又は排気弁の開閉運動に変換する弁駆動システム（請求項3）は、さらに以下の態様を含むことができる。

【0012】

前記モータ制御手段は、前記カムの回転に対して作用するフリクシントルクの変化を考慮して前記電動モータの制御量を設定してもよい（請求項4）。カムフリクシントルクを考慮せずに電動モータの動作を制御した場合には、カムフリクシントルクの影響でモータの回転速度が制御の目標値から変動し、そのために吸気弁又は排気弁の動作特性が制御目標からずれて内燃機関1の運転状態に影響が及ぶ。例えば、燃費悪化、性能低下、排気エミッションの悪化等が生じるおそれがある。電動モータの制御が不安定となるおそれもある。これらの不都合は、カムフリクシントルクを考慮して電動モータの制御量を調整することにより解消することができる。なお、本発明においてフリクシントルクとは、電動モータから吸気弁又は排気弁に至るまでの機械的構成に基づいてカムの駆動源に

負荷される回転抵抗を意味する。駆動源から吸気弁又は排気弁に至るまでの機構内にて発生する摩擦力はフリクショントルクを正方向に増加させ、吸気弁及び排気弁を閉方向に押し戻すばね手段（弁スプリング）の反発力はフリクショントルクを負方向に増加させる。電動モータの制御に際してはフリクショントルクに抗してカムを回転させるために必要なトルクを出力させる必要があり、電動モータの制御は、その出力トルクと関連付けられた制御変数（パラメータ）の増減によって実現される。本発明における電動モータの制御量の設定及び調整はこうした制御変数の設定及び調整を意味するものである。

【0 0 1 3】

前記モータ制御手段は、前記内燃機関の吸気又は排気に関する制御状態を考慮して前記電動モータの制御量を設定してもよい（請求項 5）。吸気弁又は排気弁の動作が制御の目標からずれていれば内燃機関の吸気特性や排気特性が目標通りに制御できず、燃費悪化、性能低下、排気エミッションの低下等の不都合が生じる。これに対して、吸気又は排気に関する制御状態を考慮し、制御状態が目標からずれていればそのずれが減少するように電動モータの制御量を調整すればそのような不都合は解消することができる。

【0 0 1 4】

吸気又は排気の実性としては、吸気弁又は排気弁の動作特性と相関する種々の状態が考慮されてよい。例えば筒内吸入空気量、筒内圧力、内部 E G R 量、排気温度、空燃比等が吸気又は排気の実性として考慮されてよい。空燃比の制御状態が考慮される場合において、前記モータ制御手段は前記空燃比が所定の目標値に制御されるように前記モータの制御量を補正することが望ましい（請求項 6）。このような制御を行えば、空燃比のずれを吸気弁又は排気弁の動作特性の補正によって解消し、燃費向上、出力増加、排気エミッションの改善等の好結果をもたらすことができる。

【0 0 1 5】

さらに、弁駆動システムにおいては、前記内燃機関の吸気又は排気に関する制御状態の考慮によって与えられた前記電動モータの制御量に対する補正量に基づいて、弁駆動システムの異常の有無を判別する異常判別手段を備えてもよ

い（請求項7）。弁駆動システム内にて何らかの異常が生じた場合には電動モータの制御量の絶対値が過大又は過小となり、あるいは制御量の変化量が過剰となる。そこで、電動モータの制御量に関する補正量を監視すれば、異常検出用のセンサを利用することなく、弁駆動システムに異常が生じているか否かを判別できる。

【0016】

前記モータ制御手段は、前記内燃機関の運転状態の変化に基づいて前記内燃機関の回転数の変化を予測し、その予測結果を考慮して前記電動モータの制御量を設定してもよい（請求項8）。この場合には、内燃機関の回転数が急に変化するような場合に、その変化を見込んで電動モータの制御量を増減させることにより、内燃機関の回転数の変化に対するカムの回転速度の応答性を高めることができる。

【0017】

前記カムのフリクショントルクが負の値になる場合に、前記カム側の回転運動で前記電動モータを駆動して当該電動モータにより発電を行ってもよい（請求項9）。この場合には弁駆動システムの効率を高め、カムの駆動に必要なバッテリーの容量を減少させたり、車両に発電機として搭載されたオルタネーターの発電能力をより小さく設定することができる。

【0018】

前記電動モータの回転位置を検出するモータ回転位置検出手段が該電動モータに付設され、前記モータ制御手段は、前記電動モータの回転位置の検出結果に基づいて前記カムの回転位置を特定するカム位置特定手段を備えてもよい（請求項10）。モータの回転位置からカム位置を推定することにより、カム位置の検出のために別途センサ類を設ける必要がなくなる。

【0019】

前記電動モータと前記カムとの間の減速比を $N:M$ （但し、 $N>M$ 、かつ N 、 M は1以外に公約数を持たない整数）としたときに、 N を6以下に設定することが望ましい（請求項11）。このような設定であれば、カムの初期位置の検出が容易であり、検出誤差を抑えることができる。

【 0 0 2 0 】

前記モータ制御手段は、前記内燃機関が所定の状態にあるときに前記電動モータを所定の条件に従って回転させ、その回転中に前記カムのフリクシントルクの変化に相関して出現する前記電動モータの駆動状態の変化に基づいて前記カムの回転位置を把握する初期化手段を備えてもよい（請求項 1 2）。カムのフリクシントルクはカムによる吸気弁又は排気弁の開閉状態と相関し、一般には吸気弁又は排気弁のリフト量が最大となるカム位置の付近でフリクシントルクは反転する。その一方で、フリクシントルクは電動モータの駆動状態に影響を与える。例えば、電動モータの出力トルクを一定に維持すれば、フリクシントルクの増加に伴ってモータの回転速度が低下し、フリクシントルクの減少に伴ってモータの回転速度が増加する。電動モータの回転速度を一定に維持すれば、フリクシントルクの増加に伴ってモータの出力トルクが増加し、フリクシントルクの減少に伴ってモータの出力トルクは減少する。このような相関関係を利用すればモータの駆動状態を監視するだけでカムの位置を特定することができる。なお、吸気弁又は排気弁の開き始め、あるいは閉じ終わり時の回転数変化あるいは電動モータの出力トルクの変化が所定の状態になることを利用し、そのような変化が発生した時点をもってカムの位置を特定してもよい。この場合においてはカムの位置を特定するために要する駆動電力が低減できる。また、内燃機関の停止時に行う場合には、吸気弁又は排気弁とピストンとの干渉を回避することもできる。

【 0 0 2 1 】

前記初期化手段は、前記内燃機関の停止時に前記電動モータを回転させて前記カムの回転位置を把握するとともに、把握したカムの回転位置を示す情報を前記内燃機関の停止期間中も記憶保持が可能な記憶装置に記憶させ、前記モータ制御手段は、前記内燃機関の次の始動時に、前記記憶装置が記憶する前記情報に基づいて前記カムの回転位置を特定して前記電動モータの制御を開始してもよい（請求項 1 3）。この場合には、内燃機関の始動時にカムの回転位置を把握すべく初期化手段による処理を行う必要がない。従って、内燃機関の迅速な始動が可能となる。

【 0 0 2 2 】

前記モータ制御手段は、前記内燃機関の停止中の所定期間において前記弁がその軸線回りに回転するように前記電動モータを駆動する弁回転実行手段を備えてもよい（請求項 1 4）。この場合には弁を回転させることにより、弁やそのシート（弁座）に付着したカーボンを擦り落とすことができる。ロッカーアーム等の駆動部材に対する弁の接触位置を弁の軸線回りに変化させて弁の偏摩耗を防ぐこともできる。

【 0 0 2 3 】

前記モータ制御手段は、前記弁のリフト量が、前記カムを一回転させたときに得られる最大リフト量よりも小さい所定の値に制限されるように前記電動モータを正逆転駆動させるリフト量制御手段を備えてもよい（請求項 1 5）。この場合には、カムを正逆転させることにより、カムによって吸気弁又は排気弁に与えられる最大リフト量よりもリフト量を小さく制限して吸気弁又は排気弁を開閉させることができる。従って、高回転高負荷時の吸入空気量に合わせて設計されたカムであっても、吸入空気量が小さくて足りる低回転低負荷の運転状態に対応することが可能となる。なお、カムを正逆転させる場合の回転角度は、吸気弁又は排気弁に与えるべきリフト量に応じて増減すればよい。

【 0 0 2 4 】

前記モータ制御手段は、前記内燃機関の運転状態に応じて前記電動モータの駆動モードを、前記電動モータを正転方向にのみ駆動する正転モードと、前記電動モータを正逆転させる正逆転モードとの間で切り替えるモード切替手段を備えていてもよい（請求項 1 6）。この場合には、低回転低負荷時にカムを正逆転させてリフト量を制限し、高回転高負荷時にはカムを正転させてカム軸等の慣性により高速かつ小さいトルクでカムを回転駆動する等、カムの駆動状態を適宜に使い分けることができる。

【 0 0 2 5 】

本発明の弁駆動装置は、回転運動を発生する駆動源としての電動モータと、前記電動モータの回転運動を駆動対象の弁の開閉運動に変換し伝達する動力伝達機構と、前記内燃機関の運転状態に応じて前記駆動対象の弁の作用角、リフト特性

、又は最大リフト量の少なくともいずれか一つの動作特性が変化するように前記電動モータの動作を制御するモータ制御手段と、を備えることにより、上述した課題を解決する（請求項 1 7）。このような弁駆動装置によれば、電動モータの動作制御により、吸気弁又は排気弁の作用角、リフト特性又は最大リフト量の少なくともいずれか一つを変化させることができるので、開閉タイミングのみを変化させる従来の弁駆動装置と比較して吸気弁や排気弁の動作をより柔軟に変化させることができる。なお、本発明の弁駆動装置は、上述したカムを利用する弁駆動システムの各種の好ましい態様を含み得るものである。

【 0 0 2 6 】

【発明の実施の形態】

[第 1 の実施形態]

【 0 0 2 7 】

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係る弁駆動システムが組み込まれた内燃機関 1 を示している。内燃機関 1 は、複数（図では 4 つ）のシリンダ（気筒） 2 … 2 が一方向に並べられ、各シリンダ 2 にピストン 3 が上下動自在に装着された多気筒直列式ガソリンエンジンとして構成されている。各シリンダ 2 の上方には 2 本の吸気弁 4 及び 2 本の排気弁 5 がそれぞれ設けられており、これらの吸気弁 4 及び排気弁 5 がピストン 3 の上下動に連動して弁駆動システム 1 0 にて開閉駆動されることにより、シリンダ 2 への吸気及びシリンダ 2 からの排気が行われる。

【 0 0 2 8 】

弁駆動システム 1 0 は、各シリンダ 2 の吸気側に 1 つずつ設けられた弁駆動装置 1 1 A … 1 1 A と、各シリンダ 2 の排気側に 1 つずつ設けられた弁駆動装置 1 1 B … 1 1 B とを備えている。これらの弁駆動装置 1 1 A、1 1 B はいずれもカムを利用して吸気弁 4 又は排気弁 5 を駆動するものである。弁駆動装置 1 1 A の構成は互いに等しく、また弁駆動装置 1 1 B の構成は互いに等しい。図 2 は一つのシリンダ 2 に対応付けて設けられた吸気用及び排気用の弁駆動装置 1 1 A、1 1 B を示している。なお、弁駆動装置 1 1 A、1 1 B は互いに類似した構成を有しており、まず吸気側の弁駆動装置 1 1 A について説明する。

【 0 0 2 9 】

吸気側の弁駆動装置 11A は、駆動源としての電動モータ（以下、モータと略称することがある。）12 と、モータ 12 の回転運動を吸気弁 4 の直線的な開閉運動に変換する動力伝達機構 13 とを備えている。モータ 12 には、回転速度の制御が可能な DC ブラシレスモータ等が使用される。モータ 12 には、その回転位置を検出するためのレゾルバ、ロータリエンコーダ等の回転位置検出手段が内蔵されている。

【0030】

動力伝達機構 13 は、一本のカム軸 14A と、モータ 12 の回転運動をカム軸 14A に伝達するギア列 15 と、吸気弁 4 を駆動するロッカーアーム 16 と、カム軸 14A とロッカーアーム 16 との間に介在される弁特性調整機構 17 とを備えている。カム軸 14A はシリンダ 2 毎に独立して設けられている。言い換えれば、シリンダ 2 毎にカム軸 14A は分かれている。ギア列 15 は、モータ 12 の出力軸（不図示）に取り付けられたモータギア 18 の回転を中間ギア 19 を介してカム軸 14A と一体のカム駆動ギア 20 に伝達することにより、モータ 12 に同期してカム軸 14A を回転させる。

【0031】

図 3 及び図 4 にも示したように、カム軸 14A には単一のカム 21A が一体に回転可能に設けられている。カム 21A はカム軸 14A と同軸のベース円の一部分を膨らませた板カム的一种として形成されている。全ての弁駆動装置 11A の間でカム 21A のプロファイル（外周の輪郭）は互いに等しい。カム 21A のプロファイルはその全周に亘って負の曲率が生じないように、つまり半径方向外側に向かって凸曲面を描くように設定されている。

【0032】

ロッカーアーム 16 は支軸 22 を中心として揺動可能に設けられている。吸気弁 4 は弁スプリング 23 によってロッカーアーム 16 側に付勢され、それにより吸気ポートのバルブシート（不図示）に吸気弁 4 が密着して吸気ポートが閉じられる。ロッカーアーム 16 の他端部はアジャスター 24 と接している。アジャスター 24 がロッカーアーム 16 の他端部を押し上げることにより、ロッカーアーム 16 はその一端部が吸気弁 4 の上端部と接触した状態に保たれる。

【 0 0 3 3 】

弁特性調整機構 1 7 は、カム 2 1 A の回転運動をロッカーアーム 1 6 に揺動運動として伝達する仲介手段として機能するとともに、カム 2 1 A の回転運動とロッカーアーム 1 6 の揺動運動との相関関係を変更することにより吸気弁 4 のリフト量及び作用角を変化させるリフト量及び作用角変更手段としても機能する。

【 0 0 3 4 】

図 5 に示すように、弁特性調整機構 1 7 は、支持軸 3 0 と、その支持軸 3 0 の中心部を貫いて配置された操作軸 3 1 と、支持軸 3 0 上に配置された第 1 リング 3 2 と、その両側に配置された 2 つの第 2 リング 3 3, 3 3 とを備えている。支持軸 3 0 は内燃機関 1 のシリンダヘッド等に固定的に取り付けられる。操作軸 3 1 は、不図示のアクチュエータにより支持軸 3 0 に対して軸線方向（図 6 の R 方向及び F 方向）に往復駆動される。第 1 リング 3 2 及び第 2 リング 3 3 は支持軸 3 0 に対して軸線方向にスライド可能かつ周方向に揺動可能に支持されている。第 1 リング 3 2 の外周にはローラフォロア 3 4 が回転自在に取り付けられ、第 2 リング 3 3 の外周にはノーズ 3 5 が形成されている。

【 0 0 3 5 】

図 6 に示すように、支持軸 3 0 の外周にはスライダ 3 6 が設けられている。スライダ 3 6 は、その周方向に延びる長孔 3 6 c が操作軸 3 1 に取り付けられたピン 3 7 と噛み合うことにより、支持軸 3 0 に対して操作軸 3 1 と一体に軸線方向にスライド可能である。なお、支持軸 3 0 にはピン 3 7 の軸線方向の移動を許容する軸線方向の長孔（不図示）が形成されている。スライダ 3 6 の外周には第 1 のヘリカルスプライン 3 6 a と、これを挟むように配置された第 2 のヘリカルスプライン 3 6 b, 3 6 b とが一体に設けられている。第 2 のヘリカルスプライン 3 6 b の捻れ方向は第 1 のヘリカルスプライン 3 6 a の捻れ方向に対して逆方向である。一方、第 1 リング 3 2 の内周には第 1 のヘリカルスプライン 3 6 a と噛み合うヘリカルスプライン 3 2 a が形成され、第 2 リング 3 3 の内周には第 2 のヘリカルスプライン 3 6 b と噛み合うヘリカルスプライン 3 3 a が形成されている。

【 0 0 3 6 】

図 4 から明らかなように、弁特性調整機構 1 7 は、そのローラフォロア 3 4 がカム 2 1 A に、ノーズ 3 5 が各吸気弁 4 に対応するロッカーアーム 1 6 の一端部にそれぞれ対向するようにして内燃機関 1 に取り付けられる。カム 2 1 A の回転に伴ってローラフォロア 3 4 がノーズ部 2 1 a と接触して押し下げられると、ローラフォロア 3 4 を支持する第 1 リング 3 2 が支持軸 3 0 上で回転し、その回転運動がスライダ 3 6 を介して第 2 リング 3 3 に伝達されて第 2 リング 3 3 が第 1 リング 3 2 と同一方向に回転する。これらの第 2 リング 3 2 の回転によりノーズ 3 5 がロッカーアーム 1 6 の一端部を押し下げ、それにより吸気弁 4 が弁スプリング 2 3 に抗して下方に変位して吸気ポートが開かれる。ノーズ部 2 1 a がローラフォロア 3 4 を乗り越えると弁スプリング 2 3 の力で吸気弁 4 が押し上げられて吸気ポートが閉じる。このようにしてカム軸 1 4 A の回転運動が吸気弁 4 の開閉運動に変換される。

【 0 0 3 7 】

さらに、弁特性調整機構 1 7 においては、操作軸 3 1 を軸線方向に変位させて図 6 に矢印 R、F で示したようにスライダ 3 6 を支持軸 3 0 に対してスライドさせると、第 1 リング 3 2 と第 2 リング 3 3 とが周方向に関して互いに逆方向に回転する。スライダ 3 6 を矢印 F 方向に移動させたときは第 1 リング 3 2 が矢印 P 方向に、第 2 リング 3 3 が矢印 Q 方向にそれぞれ回転してローラフォロア 3 4 とノーズ 3 5 との周方向の間隔が増加する。一方、スライダ 3 6 を矢印 R 方向に移動させたときは第 1 リング 3 2 が矢印 Q 方向に、第 2 リング 3 3 が矢印 P 方向にそれぞれ回転してローラフォロア 3 4 とノーズ 3 5 との周方向の間隔が減少する。ローラフォロア 3 4 とノーズ 3 5 との間隔が増加するほどノーズ 3 5 がロッカーアーム 1 6 を押し下げる量は増加し、これに伴って吸気弁 4 のリフト量及び作用角も増加する。従って、図 6 の矢印 F 方向に操作軸 3 1 を操作するほど吸気弁 4 のリフト量及び作用角が増加することになる。

【 0 0 3 8 】

以上のように構成された弁駆動装置 1 1 A によれば、モータ 1 2 によりカム軸 1 4 A を、内燃機関 1 のクランク軸の回転速度の半分の速度（以下、これを基本速度と呼ぶ。）で一方向に連続的に駆動することにより、クランク軸からの動力

で弁を駆動する一般的な機械式弁駆動装置と同様に、クランク軸の回転に同期して吸気弁 4 を開閉駆動することができる。また、弁特性調整機構 17 により吸気弁 4 のリフト量及び作用角を変化させることもできる。さらに、弁駆動装置 11 A によれば、モータ 12 によるカム軸 14 A の回転駆動の速度を基本速度から変化させることにより、クランク軸の位相とカム軸 14 A の位相との相対関係を変化させて吸気弁 4 の動作特性（開弁タイミング、閉弁タイミング、リフト特性、作用角、最大リフト量）を様々に変化させることができる。

【0039】

一方、図 2 に示すように、排気弁 5 側の弁駆動装置 11 B では、弁駆動装置 11 A と異なって、カム軸 14 B に 2 つのカム 21 B が設けられ、弁特性調整機構 17 が省略され、2 つのカム 21 B がロッカーアーム 16 をそれぞれ直接駆動している。弁駆動装置 11 B のこれら以外の部分は弁駆動装置 11 A と共通であり、それらの共通部分の説明は省略する。カム 21 B のプロファイルはカム 21 A と同様に全周に亘って凸曲面で構成されている。排気弁 5 に関しても、弁駆動装置 11 B のモータ 12 によるカム軸 14 B の駆動速度を種々変化させることにより、排気弁 5 の動作特性を様々に変化させることができる。

【0040】

図 2 に示すように、弁駆動装置 11 A, 11 B のモータ 12 の動作特性を制御するため、弁駆動システム 10 にはモータ制御装置 40 が設けられている。モータ制御装置 40 はマイクロプロセッサ、及びその主記憶装置としての RAM、ROM を備えたコンピュータとして構成されており、ROM に記憶された弁制御プログラムに従って各電動モータ 12 の動作を制御する。なお、図 2 では一つのシリンダ 2 の弁駆動装置 11 A, 11 B を示しているが、モータ制御装置 40 は他のシリンダ 2 の弁駆動装置 11 A, 11 B に対しても共用される。

【0041】

モータ制御装置 40 には、電動モータ 12 の制御に必要な情報の入力手段として、排気ガスの空燃比に対応した信号を出力する A/F センサ 41、吸入空気量を調整するスロットルバルブの開度に対応した信号を出力するスロットル開度センサ 42、アクセルペダルの開度に対応した信号を出力するアクセル開度センサ

4 3、吸入空気量に対応した信号を出力するエアフローメータ 4 4、クランク軸の角度に対応した信号を出力するクランク角センサ 4 5 がそれぞれ接続されている。なお、電動モータ 1 2 の制御には、これらのセンサによる実測値に代えて所定の関数式やマップから求めた値を使用してもよい。また、モータ 1 2 に内蔵された位置検出センサの出力信号もモータ制御装置 4 0 に入力される。

【 0 0 4 2 】

次に、モータ制御装置 4 0 によるモータ 1 2 の制御について説明する。なお、以下では、一つのシリンダ 2 の吸気弁 4 を駆動するためのモータ 1 2 の制御について説明するが、他の吸気弁 4 を駆動するモータ 1 2 の制御についても同様である。排気弁 5 を駆動するモータ 1 2 についても同様である。

【 0 0 4 3 】

図 7 は、モータ制御装置 4 0 が内燃機関 1 の運転状態に応じてモータ 1 2 の出力トルクを変化させるために一定周期で繰り返し実行するモータ駆動制御ルーチンを示している。図 7 のモータ駆動制御ルーチンを実行することにより、モータ制御装置 4 0 はモータ制御手段として機能する。このモータ駆動制御ルーチンにおいて、モータ制御装置 4 0 はまずステップ S 1 にてカム 2 1 A の回転位置を例えばモータ 1 2 の位置検出センサと、ギア列 1 5 の減速比とに基づいて検出する。このステップ S 1 ではモータ制御装置 4 0 がカム位置特定手段として機能する。

【 0 0 4 4 】

次に、ステップ S 2 において吸気弁 4 の動作内容を決定するために必要な内燃機関 1 の運転状態を検出する。例えば、内燃機関 1 の回転数（回転速度）、負荷率等を上述したセンサ 4 1 ～ 4 5 の出力信号に基づいて検出する。続くステップ S 3 では、内燃機関 1 の運転状態の検出結果に基づいて吸気弁 4 の動作内容を決定する。例えば、現時点の運転状態に対応して吸気弁 4 に与えるべきリフト量、カム軸 1 4 A の位相、回転数等のパラメータを決定する。

【 0 0 4 5 】

続くステップ S 4 では、カムフリクショントルクの推定値 T F を下式（1）により求める。なお、モータギア 1 8 から吸気弁 4 又は排気弁 5 に至るまでの機械

的構成に基づいてモータ 12 に負荷される回転抵抗をここではカムフリクショントルクと呼ぶ。

【0046】

【数 1】

$$TF(\theta + \theta_3) = Tf + f_1(Tf, \theta_{\max} - \theta_1, \theta + \theta_3) + f_2(Tf, \theta_{\max} + \theta_2, \theta + \theta_3) \quad \dots (1)$$

ここで、 Tf はベースフリクショントルク、 f_1 は弁スプリング 23 によるカム 21A の押し戻し作用によって発生するカムフリクショントルクの変動成分を記述する多項式近似関数、 f_2 は弁スプリング 23 によるカム 21A の押し出し作用によって発生するカムフリクショントルクの変動成分を記述する多項式近似関数、 θ は制御実行時におけるクランク角、 θ_3 はモータ 12 に応じて定まる時定数である。以下、図 8 及び図 9 を参照して (1) 式を説明する。

【0047】

図 8 はクランク角 θ と、バルブリフト（吸気弁 4 のリフト量）、カムフリクショントルク $TF(\theta)$ 及びモータ 12 の駆動電流 $I(\theta)$ との対応関係を示している。但し、カムフリクション TF は正方向、つまりカム 21A の回転に対して抵抗となる方向を図 8 の下方向に対応付けて示している。また、図 8 ではバルブリフト量を大小 2 段階に変化させたときのカムフリクショントルク TF 及びモータ 12 の駆動電流 I を示している。すなわち、バルブリフト量が多い場合を太線で、バルブリフト量が多い場合を細線でそれぞれ示している。

【0048】

図 8 から明らかなように、(1) 式の第 1 項のベースフリクショントルク Tf は正方向に作用し、その値はクランク角 θ に拘わりなく一定である。つまり、ベースフリクショントルク Tf はカム 21A を回転させる際にモータ 12 に負荷される基本的な回転抵抗を示している。次に、図 8 の横軸上の適当な位置に基準位置をとり、その基準位置からクランク角 θ が θ_{\max} だけ進んだ位置（以下、これを最大リフト位置と呼ぶ。）でバルブリフトが最大値を取るとした場合、カムフリクショントルク $TF(\theta)$ は最大リフト位置 θ_{\max} に達する前の吸気弁 4 が開かれる過程でベースフリクショントルク Tf よりも正方向に増加してピークを示

し、吸気弁 4 が閉じられる過程でベースフリクシントルク T_f よりも負方向に減少する。このようなフリクシントルク $T_F(\theta)$ の変化は、カム 2 1 A が弁スプリング 2 3 に抗して吸気弁 4 を開く際には弁スプリング 2 3 の反発力がカム 2 1 A をその回転方向と反対方向に押し戻すように作用し、弁スプリング 2 3 の反発力がピークを超えた後は弁スプリング 2 3 の反発力がカム 2 1 A を回転方向に押し出すように作用することに起因する。

【0 0 4 9】

任意のクランク角 θ に対応するカムフリクシントルク T_F のベースフリクシントルク T_f からの変動量は厳密には弁駆動装置 1 1 A の構成から力学的に又は機構学的に演算することができる。しかしながら、クランク角 θ とカムフリクシントルク T_F の変動量との相関関係は、ベースフリクシントルク T_f に対するカムフリクシントルクの変動量のピーク値 T_{f1} 、 T_{f2} 、及びそれらのピーク値 T_{f1} 、 T_{f2} が与えられるクランク角 θ の最大リフト位置 θ_{\max} からずれ量 θ_1 、 θ_2 を変数とする関数によって近似的に表現することができる。上述した (1) 式の第 2 項 f_1 、 f_2 はそのような観点から求めた近似関数である。モータ制御装置 4 0 の ROM にはそれらの近似関数を特定する情報が記録されている。

【0 0 5 0】

最大リフト位置 θ_{\max} は図 7 のステップ S 3 の処理において決定される。また、図 9 に示すように吸気弁 4 の最大リフト量とベースフリクシントルク T_f 、ピーク値 T_{f1} 、 T_{f2} 、クランク角ずれ量 θ_1 、 θ_2 との間には相関関係があり、これらの関係は予めモータ制御装置 4 0 の ROM にマップ形式で記録されている。従って、ステップ S 4 の処理において、モータ制御装置 4 0 はまず ROM 内のマップを参照して現在の最大リフト量に対応したベースフリクシントルク T_f 、ピーク値 T_{f1} 、 T_{f2} 、クランク角ずれ量 θ_1 、 θ_2 を取得し、それらの値と、クランク角センサ 4 5 の出力に基づいて特定した現在のクランク角 θ とを (1) 式に代入してカムフリクシントルク T_F を求めることになる。但し、後述するステップ S 1 0 又は S 1 1 にてこれらの値が補正された場合にはその補正が反映されてカムフリクシントルク T_F が求められる。

【0051】

但し、モータ12には応答遅れがあり、その応答遅れがクランク角 θ にして時定数 θ_3 で与えられている場合には、現在のクランク角 θ よりも時定数 θ_3 だけクランク角 θ が進んだときのカムフリクシントルクTFを現時点で求めておく必要がある。そのため、(1)式の第2項及び第3項はそれぞれクランク角 θ に対して時定数 θ_3 が加算されている。なお、多項式近似関数 f_1 、 f_2 に代え、物理モデルによってカムフリクシントルクの変動成分を求めるようにしてもよい。

【0052】

図7に戻って説明を続ける。カムフリクシントルクTFの算出後はステップS5に進み、カムフリクシントルクTF($\theta + \theta_3$)に所定のゲイン α を乗じて現時点で与えるべきモータ12の駆動電流 $I(\theta)$ を求める。続くステップS6においてモータ12に対する駆動電流 $I(\theta)$ に設定してモータ12の駆動を実行する。図8から明らかなように、ステップS6にて与えられるモータ駆動電流 $I(\theta)$ には、カムフリクシントルクTF(θ)の変化がモータ時定数 θ_3 だけ早められて反映される。従って、カムフリクシントルクTF(θ)がベースフリクシントルクTfよりも大きくなるとき(図8の下側に変化するとき)にはそれに合わせてモータ12の出力トルクも増加し、カムフリクシントルクTF(θ)がベースフリクシントルクTfよりも小さくなるとき(図8の上側に変化するとき)にはそれに合わせてモータ12の出力トルクも減少する。これにより、モータ12の出力トルクが過不足なく制御される。

【0053】

モータ12の駆動を実行した後はステップS7に進み、現在の駆動電流 $I(\theta)$ と標準的な駆動電流 $I(\theta)$ との差が所定の閾値 λ 内か否かを判断する。標準的な駆動電流 $I(\theta)$ とはステップS10又はステップS11による補正を考慮せずに求められる駆動電流である。ステップS7で閾値 λ 内と判断したときはステップS8に進み、A/Fセンサ41が検出した空燃比(測定A/F)から目標空燃比(目標A/F)を減算した値が所定の閾値 β 以下か否かを判断する。ここで目標A/Fは内燃機関1の運転状態に応じて設定される空燃比の目標値である。

吸気弁 4 の動弁特性は内燃機関の運転状態に応じて適宜に設定されているので（ステップ S 3 参照）、結局、目標 A/F は吸気弁 4 の動作状態が適正に制御されていれば得られるであろう空燃比に相当する。

【0054】

測定 A/F が目標 A/F よりも閾値 β を超えて増加してステップ S 8 の条件が否定された場合、すなわち目標空燃比に対して実際の空燃比がリッチ側に閾値 β よりも大きくずれているときはステップ S 10 へ進み、(1) 式に代入するクランク角ずれ量 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ 、及びカムフリクショントルクの変動量のピーク値 $T f 1$ 、 $T f 2$ の少なくともいずれか一つのパラメータを図 9 のマップによって特定される値から空燃比の差に対応した量だけ減少させる。なお、ピーク値 $T f 1$ 、 $T f 2$ の減少は、これらの値をベースフリクショントルク $T f$ に近付けるように変化させることを意味する。このような変化により吸気弁 4 は相対的に閉じる方向に、つまりリフト量が小さくなる方向に制御される。従って、ステップ S 10 では、吸気弁 4 のリフト量を減らして吸入空気量を相対的に減少させることにより、測定 A/F と目標 A/F とのずれの解消を図っている。

【0055】

一方、ステップ S 8 の条件が肯定された場合にはステップ S 9 へ進み、目標 A/F から測定 A/F を引き算した値が所定の閾値 γ 以下か否か判断する。ステップ S 9 の条件が肯定された場合には今回のモータ駆動制御ルーチンを終える。一方、測定 A/F が目標 A/F よりも閾値 γ を超えて減少してステップ S 9 の条件が否定された場合、すなわち目標空燃比に対して実際の空燃比がリーン側に閾値 γ よりも大きくずれているときはステップ S 11 へ進み、(1) 式に代入するクランク角ずれ量 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ 、及びカムフリクショントルクの変動量のピーク値 $T f 1$ 、 $T f 2$ の少なくともいずれか一つのパラメータを図 9 のマップによって特定される値から空燃比の差に対応した量だけ増加させる。なお、ピーク値 $T f 1$ 、 $T f 2$ の増加は、これらの値をベースフリクショントルク $T f$ から遠ざけるように変化させることを意味する。このような変化により吸気弁 4 は相対的に開く方向に、つまりリフト量が大きくなる方向に制御される。従って、ステップ S 11 では、吸気弁 4 のリフト量を増やして吸入空気量を相対的に増加させることに

より、測定 A/F と目標 A/F とのずれの解消を図っている。

【0056】

ステップS10又はS11にて変数 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ 、 $Tf1$ 又は $Tf2$ を補正した後はステップS12へ進む。ステップS12ではパラメータの増減量が閾値 Ψ よりも大きいかな否かを判断する。そして、閾値 Ψ 以内のときはステップS4へ戻りカムフリクショントルク TF を演算する。このとき、変数 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ 、 $Tf1$ 及び $Tf2$ のうちステップS10又はS11にて補正されたものについては補正後の値を利用する。

【0057】

一方、ステップS12にて増減量が閾値 Ψ よりも大きいと判断した場合には弁駆動装置11Aの異常とみなし、ステップS13に進んで弁駆動装置11Aの異常を運転者に知らせるべく所定の警告を行う。例えば車両の計器盤上の警告灯を点灯又は点滅させる。そして、ステップS15に進み、所定の退避走行処理を開始してモータ駆動制御ルーチンを終える。また、ステップS7にて駆動電流 $I(\theta)$ の差が閾値 λ を超えたときはモータ12の異常とみなし、ステップS14に進んでモータ12の異常を運転者に知らせるべく所定の警告を行う。例えば車両の計器盤上の警告灯を点灯又は点滅させる。そして、ステップS15に進む。

【0058】

以上の実施形態によれば、カムフリクショントルクの増減に対応してモータ12の出力トルクが過不足なく制御されるので、カムフリクショントルクの変動の影響によるカム軸14Aの回転速度のばらつきを抑え、カム21Aの動作特性を目標値に対して精度良く制御することができる。そのため、内燃機関1の燃費や動力性能が向上し、排気エミッションの悪化が防がれる。

【0059】

また、空燃比のずれを特定し、そのずれが補正されるようにモータ12の出力トルクを制御しているので、制御の目標値のみに依存することなく弁駆動装置11Aの実際の状態に応じてモータ12の出力トルクを適正に制御することができる。例えば、弁駆動装置11Aの個体差や経年変化により、図8の近似関数 $f1$

、 f_2 や図9のマップの設定時とは弁駆動装置11Aの状態が相違している場合には、その相違が空燃比のずれとして出現する。従って、空燃比のずれを補正するようにモータ12の駆動電流を制御すれば、結果として、弁駆動装置11Aの状態を正しく反映して吸気弁4の動作特性を適正に制御できることになる。このようにして補正されたモータ12の駆動電流は吸気弁4のリフト量と位相とを正しく反映しているので、補正後のモータ12の駆動電流に基づいてシリンダ2内への吸入空気量を正しく算出することもできる。

【0060】

さらに、上述の実施形態によれば、モータ12の駆動電流が標準的な駆動電流に対して著しく大きく又は小さく設定された場合にはモータ12の異常と判断し（ステップS7→S14）、空燃比のずれに対応したパラメータの補正量（増減量）が許容レベルを超えて大きいときは弁駆動装置の異常と判断する（ステップS12→S13）ことにより、モータ制御装置40を異常判別手段として機能させている。モータ12の駆動電流が標準駆動電流と比して過大又は過小であればモータ12が正常に動作していない可能性が高く、駆動電流が正常であっても、空燃比のずれを解消するために必要な補正量が正方向又は負方向に過度に大きいときは弁駆動装置11Aのいずれかに異常が生じて吸気弁4が正しく駆動されていない可能性が高いため、本実施形態によれば弁駆動システム10の異常を適切に判別できる。このようにモータ12の駆動電流の補正量に基づいてモータ12及び弁駆動装置11Aの異常を判断しているので、異常診断のために弁駆動装置11Aの作動状態をモニタするセンサを別に設ける必要がなくコスト増を防止できる。

【0061】

ステップS8～11のモータ出力トルクの補正、及びステップS7又はS12による異常の有無の判別はフリクショントルクの推定に基づくモータ出力トルクのフィードフォワード制御に固有のものではなく、モータ12に関する様々な制御に対して組み合わせて実行してよい。例えば、クランク軸の回転数に基づくモータ12の出力トルクのフィードバック制御に対しても、図7の例と同様に出力トルクの補正や異常判別を行うことができる。

【0062】

上述の実施形態において、ステップS10又はS11にて求めた増減量はフリクショントルクTFの補正量としてモータ制御装置40内の記憶装置に記憶させることが望ましい。この場合の記憶装置は、車両のバッテリーによってバックアップされたバックアップRAM、又は記憶保持用の電源の供給を必要としない書換え可能なフラッシュROMのような不揮発性メモリとすることが望ましい。このような記憶装置を利用すれば、イグニッションスイッチがオフされて内燃機関1が停止した後も補正量を保持し、次の内燃機関1の始動時からその記憶された補正値を参照してカムフリクショントルクTFを適正に算出することができる。

【0063】

上述したカムフリクショントルクの予測に基づくモータ出力トルクのフィードフォワード制御は、モータ出力トルクに関する他の制御と並行して実行されてもよいし、単独で実行されてもよい。例えば、クランク角センサ45が検出したクランク角に基づくカム角のフィードバック制御と上述したカムフリクショントルクのフィードフォワード制御とを並行して実施してもよい。

【0064】

本実施形態の弁駆動システム10は、内燃機関1の運転状態に応じて吸気弁4及び排気弁5の動作を制御するための上述した基本的構成の他に幾つの特徴を有している。以下順に説明する。なお、以下に説明する吸気側の弁駆動装置11Aの各種の機構又は構造は、特に断りのない限り排気側の弁駆動装置11Bにも設けられて弁駆動装置11Aと同様の作用効果を奏するものである。

【0065】

(カムの位置検出について)

本実施形態の弁駆動システム10では、モータ12の回転位置検出手段を利用してカム21Aの位置を特定している(図7のステップS1参照)。その回転位置検出手段には好適には一極対の磁極センサが使用される。磁極センサは、出力軸の周囲にS極とN極とが同数ずつ配置され、S極→N極→S極の順、又はN極→S極→N極の順に出力軸が回転する間に0°～360°の回転信号を出力するように構成されている。通常のモータにおいて磁極センサの磁極数はモータ12

の磁極数に合わせられている。例えば、モータ 12 が 4 極対（S 極と N 極で一对）であれば磁極センサは 4 極対となり、モータ 12 が 8 極対であれば磁極センサも 8 極対のものが使用される。しかしながら、本実施形態ではモータ 12 の極数に拘わりなく一極対の磁極センサをモータ 12 の位置検出センサとして使用する。このようにすれば、モータ 12 の出力軸の回転位置と位置検出センサの出力信号とが 1 : 1 に対応するのでモータ 12 の回転位置の割り出しを容易に行える利点がある。特にモータ 12 とカム軸 14 A との間の速度比が 1 : 1 であるときはモータ 12 の回転位置とカム 21 A の回転位置とが 1 : 1 に対応するので、モータ 12 の回転位置がそのままカム 21 A の回転位置を表すこととなって好都合である。

【0066】

一方、ギア列 15 の都合等によりモータ 12 からカム軸 14 A までの減速比が 1 : 1 に設定できない場合には、モータ 12 の回転位置がカム 21 A のどの回転位置に対応するかを一義的に決めることができないので、両者の対応関係を特定する初期化操作を行わないとカム 21 A の回転位置を制御することができない。初期化操作は実際にカム 21 A を駆動して所定のカム角がモータ 12 のどの回転位置に対応付けられているかを検出することによって行うことができるが、モータ 12 からカム 21 A までの減速比が $N : M$ （但し、 $N > M$ 、かつ N, M は 1 以外に公約数を持たない整数）のときにカム角 $0 \sim 360^\circ$ のうち特定のカム角に対応するモータ 12 の回転位置（モータ角）はカム角 $0 \sim 360^\circ$ の間において N 箇所、つまり $360 / N^\circ$ 毎に存在する。例えば、図 10 に示すように減速比が $N : M = 5 : 3$ に設定されている場合には、モータ 12 が 5 回転する間にカム 21 A は 3 回転するから、カム 21 A が一回転する間の 5 箇所の位置（図に黒丸で示す。）のいずれか 1 つの位置がカム角の 0° に対応する。従って、 N が小さい程、カム位置の検出は容易となる。誤検出に対する余裕からみて、特定のカム角に対応するモータ角を 60° 毎又はそれ以上の角度毎に設定するとすれば、 N は 6 以下が好適範囲となる。

【0067】

（カムの初期化操作について）

次に、カム位置に関する初期化操作について説明する。図 11 はモータ制御装置 40 がカム位置を初期化するために実行するカム位置初期化ルーチンを示している。図 11 のカム位置初期化ルーチンを実行することによりモータ制御装置 40 は初期化手段として機能する。このルーチンにおいて、モータ制御装置 40 はまずステップ S 21 でモータ 12 を起動してカム 21 A を回転させる。このとき、回転位置センサからの位置信号等を利用してモータ 12 の回転速度をフィードバックし、回転速度が一定となるようにモータ 12 の出力トルクを制御する。出力トルクは駆動電流の増減によって制御される。続くステップ S 22 では、フィードバック制御された駆動電流を利用してカムフリクショントルクを検出する。次のステップ S 23 ではカム 21 A の一回転に相当するだけモータ 12 が回転したか否かを判別し、未了であればステップ S 22 へ戻る。カム 21 A が一回転したならばステップ S 24 でカムを停止させてステップ S 25 へ進む。

【0068】

ステップ S 25 では、カムフリクショントルクの検出結果に基づいてカム 21 A の位置とモータ 12 の回転位置との対応関係を特定する。すなわち、図 12 (a) に示すようにモータ速度が一定であればカムフリクショントルクとモータ出力トルクとの間には相関関係があり、カム 21 A が吸気弁 4 を開き始める位置 P a からカムフリクショントルクが増加すると出力トルクも増加し、カム 21 A のノーズ部 21 a が吸気弁 4 の延長線上に達する位置 P b にてカムフリクショントルク及びモータ出力トルクが反転し、吸気弁 4 が完全に閉じてカム 21 A が離れる位置 P c にてカムフリクショントルク及びモータ出力トルクがそれぞれのベース値に収束する。但し、実際には図 8 に示したようにモータ時定数の影響があるが、図 12 ではモータ 12 の時定数を無視した。

【0069】

このようなカムフリクショントルクとモータ出力トルクとの関係を利用すれば、カムの位置 P a、P b 又は P c の少なくともいずれか 1 つを判別し、その判別した位置とモータ 12 の回転位置との対応関係を把握することができる。そして、この対応関係を利用して、現在のカム位置（カム角）を図 11 のステップ S 25 で特定する。続くステップ S 26 では、初期化操作によって特定されたカム位

置の情報を記憶し、その後に初期化操作ルーチンを終える。

【0070】

以上の処理によれば、モータ出力トルクの変化からカム位置を特定することができるので、カム位置を検出するためのセンサを別に設ける必要がないという利点がある。但し、本発明はモータ出力トルクに基づくカム位置の特定に限定されない。例えば、図12(b)に示すようにモータ出力トルクを一定に保持してカム21Aを回転させたときはモータ12の回転速度がカムフリクショントルクに応じて変動する。従って、モータ12の回転位置センサからの信号を利用してモータ速度又は加速度を取得し、その速度又は加速度の変化からカム位置を特定してもよい。いずれにせよ、カムフリクショントルクの変化と相関関係を有する各種の物理量を監視すればカム位置は特定できる。

【0071】

上述したカム位置初期化ルーチンは、内燃機関1の始動時又は停止時に行うことができる。具体的には、イグニッションスイッチがオンされた場合に、クランキング動作に先立ってカム位置初期化ルーチンを実行するか、又はイグニッションスイッチがオフされて内燃機関1の停止が確認された場合にモータ制御装置40に対する電源供給の遮断に先立ってカム位置初期化ルーチンを実行する。イグニッションスイッチのオン時に初期化を行った場合、得られたカム位置の情報はモータ制御装置40が参照可能である限り、各種の記憶装置に記憶してよい。一方、イグニッションスイッチのオフ時に初期化を行った場合には、得られたカム位置の情報を車両のバッテリーによってバックアップされたバックアップRAM、又は記憶保持用の電源の供給を必要としない書換え可能なフラッシュROMのような不揮発性メモリに記憶する。このような記憶装置を利用すれば、内燃機関1の始動時において初期化を不要とし、記憶されたカム位置を利用して直ちにカム21Aの制御を開始することができる。

【0072】

さらに、カム位置初期化ルーチンの実行時期はイグニッションスイッチのオン又はオフの直後に限定されず、内燃機関1の運転に影響を与えない状態であれば必要に応じて適宜に行ってよい。例えば、アイドリングストップの実行中にカム

位置初期化ルーチンを実行してもよいし、減速等に一部のシリンダにて燃焼を休止するいわゆる減筒運転の実行中には、休止気筒（燃焼を停止したシリンダ）に対応するカム 21A に関してカム初期化ルーチンを実行してもよい。

【0073】

（カム回転を利用した発電について）

上述した図 8 においては、カムフリクショントルク T_F (θ) が常に 0 よりも大きく、モータ 12 にはカム 21A の一回転を通じて駆動電流が供給されている。しかしながら、弁スプリング 23 がカム 21A を押し出す力の大きさと、ベースフリクショントルク T_f との大小関係によっては、例えば図 13 に示すようにカムフリクショントルク T_F が負となり、弁スプリング 23 の反発力によってモータ 12 の出力軸が回転駆動されることがある。このような状態が生じるときは、図 14 にも示したようにモータ（モータジェネレータと呼ばれることもある。）12 にて発電し、得られた電力をインバータ回路 50 を介してバッテリー 51 に充電することにより、カム 21A の回転に適正な負荷を加えるようにしてもよい。

【0074】

〔第 2 の実施形態〕

次に本発明の第 2 の実施形態を説明する。上述した第 1 の実施形態ではカムフリクショントルクを予測してモータ 12 の出力トルクを制御したが、この実施形態では内燃機関 1 の運転状態に基づいて内燃機関 1 の回転数（回転速度）の変化を予測し、その予測結果に応じてモータ 12 の出力トルクを制御している。なお、弁駆動装置 11A、11B の機械的構成は第 1 の実施形態と同様である。

【0075】

図 15 は本発明の第 2 の実施形態におけるモータ制御装置 40 に実装される制御系のブロック線図である。この構成は CPU とソフトウェアとの組み合わせによって実現されてもよいし、ハードウェア回路によって実現されてもよい。この実施形態では、クランク角センサ 45 が検出したクランク角、及び内燃機関 1 の運転状態に応じて要求されるバルブタイミング（要求バルブタイミング）に基づいて、制御目標値としての要求カム角が演算される。その要求カム角と、入力情

報として与えられる実際のカム角（実カム角）との偏差が取得され、その偏差に基づいてモータ 12 の出力トルクが P I D 制御される。

【0076】

また、図 15 の制御系では内燃機関 1 の回転数の変化に関する幾つかのパラメータ（例えば、ここで監視されるパラメータとしては、アクセル開度、吸入空気量、燃料噴射量）が監視され、それらのパラメータに対応する出力トルクの補正量が所定のマップを利用して求められる。車両に自動変速機が設けられている場合にはシフト位置がパラメータとして監視されてもよい。シフト位置はトランスミッションのシフト線図を参照することによって取得できる。各パラメータと補正量との対応関係はベンチ適合試験やコンピュータシミュレーションによって取得すればよい。

【0077】

そして、P I D 制御によって得られた出力トルクに、マップに基づいて得られた出力トルクの補正量が加算された値が要求トルクとして出力される。モータ制御装置 40 はその要求トルクに基づいてモータ 12 の駆動電流を制御する。

【0078】

以上の実施形態においては、内燃機関 1 の回転数の変化がアクセル開度等を介していわば間接的に予測され、その予測された結果に応じてマップからモータ出力トルクの補正量が与えられることにより、モータ 12 の出力トルクがフィードフォワード制御されることになる。従って、内燃機関 1 の回転数の変化に対するカムの駆動速度の応答性を改善できる。

【0079】

図 16 は、アクセル開度に基づいて回転数の変化を予測した際のカム出力トルクのフィードフォワード制御の例を示している。なお、図中においてフィードフォワードトルクとは、図 15 の制御系においてマップから特定した出力トルクの補正量を意味し、要求トルクそのものではない。図 16 の例ではアクセル開度の急増に対応して一定期間 A だけフィードフォワードトルクが所定量だけ増加している。アクセル開度の増加により内燃機関 1 の回転数は増加するが、仮にフィードフォワードトルクを与えなければ同図に実線で示す要求カム角に対して同図に

二点鎖線で示すように実カム角は遅れを伴う。例えば、内燃機関 1 の回転数に基づいてモータ 12 の出力トルクをフィードバック制御するだけではこのようなカム角のずれが生じる可能性がある。しかしながら、フィードフォワードトルクを与えた場合には要求カム角と実カム角とをほぼ一致させてカムの応答性を改善できる。

【0080】

図 17 は、シフト位置に基づいて回転数の変化を予測した際のカム出力トルクのフィードフォワード制御の例を示している。この例では、トランスミッションのシフト線図に基づいてシフトダウン要求が与えられる場合において、その要求に対応して一定期間 B だけフィードフォワードトルクが所定量だけ増加している。シフトダウンの実行により内燃機関 1 の回転数は増加するが、仮にフィードフォワードトルクを与えなければ同図に実線で示す要求カム角に対して同図に二点鎖線で示すように実カム角に応答遅れが生じる。しかしながら、フィードフォワードトルクを与えた場合にはシフトダウン実行時にも要求カム角と実カム角とをほぼ一致させてカムの応答性を改善できる。

【0081】

以上の他にも、内燃機関 1 の回転数の変化に相関する各種のパラメータを参照して回転数の変化を予測してよい。なお、回転数変化の予測に基づくモータ出力トルクのフィードフォワード制御は、モータ出力トルクに関する他の制御と並行して実行されてもよいし、単独で実行されてもよい。例えば、クランク角センサ 45 が検出したクランク角に基づくカム角のフィードバック制御、及び第 1 の実施形態におけるカムフリクショントルクの予測に基づくフィードフォワード制御との少なくともいずれか一方と第 2 の実施形態におけるフィードフォワード制御とを並行して実施してもよい。

【0082】

[第 3 の実施形態]

次に、本発明の第 3 の実施形態を説明する。本実施形態は、内燃機関 1 の運転状態に応じて各弁駆動装置 11A、11B のモータ 12 の駆動モードを正転モードと正逆転モードとの間で切り替えるものである。なお、正転モードとはモータ

1 2 を一定方向（正転方向）に連続的に回転させるモード、正逆転モードとはモータ 1 2 の回転方向を正転方向及び逆転方向の間で適宜に切り替えるモードである。弁駆動装置 1 1 A、1 1 B の機械的構成は第 1 の実施形態と同様である。

【0 0 8 3】

図 1 8 はモータ 1 2 の駆動モードに関する切り替え条件の一例を示す。この例では、内燃機関 1 の回転数と負荷とに基づいてモータ駆動モードが切り替えられ、高回転高負荷時には正転モード、低回転低負荷時には正逆転モードが適用される。正逆転モードでは吸気弁 4 又は排気弁 5 が開く途中の任意の位置でモータ 1 2 の回転方向を切り替えることにより、カム 2 1 A、2 1 B を最大リフト位置、つまり、吸気弁 4 又は排気弁 5 に最大リフト量が与えられる位置に達する前に吸気弁 4 又は排気弁 5 を閉じることができる。

【0 0 8 4】

すなわち、図 1 9 に示すように、モータ 1 2 を正転モードで回転させたときの最大リフト量が L_a のとき、正逆転モードでカム 2 1 A、2 1 B が最大リフト位置 θ_{max} に達する前にモータ 1 2 を一旦停止させ、その後に逆転させた場合には、吸気弁 4 及び排気弁 5 の最大リフト量をより少ない L_b に制限することができる。これにより、吸入空気量の過剰な増加を防止することができる。また、始動時に正逆転モードを選択して、応答性に優れたデコンプ機能（吸気弁 4 又は排気弁 5 を開けて圧縮圧力を下げる機能）を実現することもできる。一方、高負荷高回転時に正転モードを適用すれば、カム 2 1 A、2 1 B やギア列 1 5 等の慣性を利用して比較的小さなトルクでカム 2 1 A、2 1 B を高速で回転させることができる。

【0 0 8 5】

なお、正逆転モードにおけるリフト量 L_b は内燃機関 1 の運転状態に応じて適宜に変更してもよい。リフト量 L_b を可変とするには、モータ制御装置 4 0 により、リフト量 L_b に応じてカム 2 1 A の回転角度を増減させればよい。

【0 0 8 6】

図 2 0 は、モータ制御装置 4 0 がモータ 1 2 の駆動モードを切り替えるために内燃機関 1 の運転中に適宜の周期で繰り返し実行する駆動モード判別ルーチンを

示している。この駆動モード判別ルーチンをモータ制御装置 40 が実行することにより、モータ制御装置 40 はリフト量制御手段及びモード切替手段として機能する。

【0087】

図 20 の駆動モード判別ルーチンにおいて、モータ制御装置 40 はステップ S 31 で内燃機関 1 の回転数及び負荷を取得し、続くステップ S 32 で図 18 に示した条件に従って現在の内燃機関 1 の運転状態が正転モードを選択する領域にあるか否かを判断する。そして、その判断結果に応じて正転モード又は正逆転モードを選択し（ステップ S 33 又は S 34）、その後に駆動モード判別ルーチンを終える。

【0088】

なお、駆動モードの判別においては、機関回転数と機関負荷に限らず、内燃機関 1 の運転状態に相関する各種のパラメータを参照してよい。また、正転モード及び正逆転モードの切替条件も図 18 の例に限らず適宜に変更してよい。正転モードにおけるモータ 12 の出力トルクの制御には上述した第 1 及び第 2 の実施形態のフィードフォワード制御を使用することができる。

【0089】

[第 4 の実施形態]

次に本発明の第 4 の実施形態を説明する。本実施形態は、内燃機関 1 の停止中の所定期間に図 21 のクリーニング制御ルーチンをモータ制御装置 40 に実行させることにより、モータ制御装置 40 を弁回転実行手段として機能させるものである。なお、弁駆動装置 11A、11B の機械的構成は第 1 の実施形態と同様である。

【0090】

図 21 のクリーニング制御ルーチンにおいて、モータ制御装置 40 はステップ S 41 でモータ 12 の高速回転を開始させ、ステップ S 42 でモータ 12 の回転開始から所定時間が経過したか否かを判断する。そして、所定時間が経過するとステップ S 43 へ進み、モータ 12 を停止させる。

【0091】

以上のように、内燃機関 1 の停止中にモータ 12 を高速回転させると、図 22 に示すように吸気弁 4 が高速で開閉され、弁スプリング 23 のサージング現象によって吸気弁 4 に対する弁スプリング 23 の負荷が軽減されて吸気弁 4 がステム 4a の軸線の回りに回転する。これにより、吸気弁 4 とバルブシート 60 との間に付着したカーボンが除去される。また、吸気弁 4 の回転に伴って、ステム上端部 4b のロッカーアーム 16 に対する接触部分が周方向にずれるため、図 23 (a) にハッチング領域で示すようにステム上端部 4b が周方向に関してほぼ均一の摩耗するようになる。ちなみに、ステム 4a が回転しなければステム上端部 4b の特定部分のみがロッカーアーム 16 と接触し、図 23 (b) にハッチング領域で示すようにステム上端部 4b の偏摩耗が生じる。なお、以上では吸気弁 4 の場合を例にしたが、排気弁 5 に関しても同様に図 21 のクリーニング制御ルーチンが実行される。

【0092】

図 21 のクリーニング制御ルーチンの実行時期は、イグニッションキーが抜かれる等して内燃機関 1 の長期間の停止が見込める場合が好適である。但し、内燃機関 1 が停止する毎に図 21 のクリーニング制御ルーチンを実行する必要はなく、吸気弁 4 及び排気弁 5 に対するカーボンの付着状況、吸気弁 4 や排気弁 5 のステムの摩耗の進行状況に応じて適宜に実行時期を定めてよい。

【0093】

【発明の効果】

以上に説明したように、本発明の弁駆動システムによれば、複数の弁駆動装置を設けたことにより、複数の気筒の吸気弁又は排気弁のそれぞれに対して内燃機関の運転状態に応じた適切な動作特性を与えることができる。特に、電動モータの動作制御により、吸気弁又は排気弁の作用角、リフト特性又は最大リフト量の少なくともいずれか一つを変化させた場合には、開閉タイミングのみを変化させる従来の弁駆動装置と比較して吸気弁や排気弁の動作をより柔軟に変化させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施形態に係る弁駆動システムの要部を示す斜視図。

【図 2】

一つの気筒に対応して設けられた弁駆動装置の構成を示す斜視図。

【図 3】

弁駆動装置の別方向からの斜視図。

【図 4】

弁駆動装置のさらに別の方向からの斜視図。

【図 5】

弁特性調整機構の斜視図。

【図 6】

弁特性調整機構を一部破断して示す斜視図。

【図 7】

図 2 の制御装置が実行するモータ駆動制御ルーチンの手順を示すフローチャート。

【図 8】

クランク角と、バルブリフト、カムフリクショントルク及びモータ駆動電流との関係の一例を示す図。

【図 9】

バルブの最大リフト量とクランク角及びカムフリクショントルクとの対応関係の一例を示す図。

【図 1 0】

カム角とモータ角との対応関係の一例を示す図。

【図 1 1】

図 2 の制御装置が実行するカム位置初期化ルーチンの手順を示すフローチャート。

【図 1 2】

モータ速度、カムフリクショントルク及びモータ出力トルクの相関関係の一例を示す図。

【図 1 3】

カムフリクショントルクが負となる例を示す図。

【図 14】

カム駆動用のモータにて回生発電を行うための構成を示す図。

【図 15】

本発明の第2の実施形態において、内燃機関の回転数の変化を予測してモータの出力トルクを制御するための制御系のブロック図。

【図 16】

図 15 の制御系によって実現される制御の一例を示す図。

【図 17】

図 15 の制御系によって実現される制御の他の例を示す図。

【図 18】

本発明の第3の実施形態において、モータの駆動モードを正転モードと正逆転モードとの間で切り替えるための条件を示す図。。

【図 19】

正転モード及び正逆転モードのそれぞれにおけるクランク角と、バルブリフト及びモータ回転数との対応関係を示す図。

【図 20】

駆動モードの設定のために制御装置が実行する駆動モード判別ルーチンを示す図。

【図 21】

吸気弁又は排気弁のクリーニングを実施するために制御装置が実行するクリーニング制御ルーチンの手順を示すフローチャート。

【図 22】

吸気弁を高速で動作させてクリーニングを行う様子を示す図。

【図 23】

クリーニング制御を実行した場合（a）と、実行しなかった場合（b）とのシステム上端部の摩耗状況を対比して示す図。

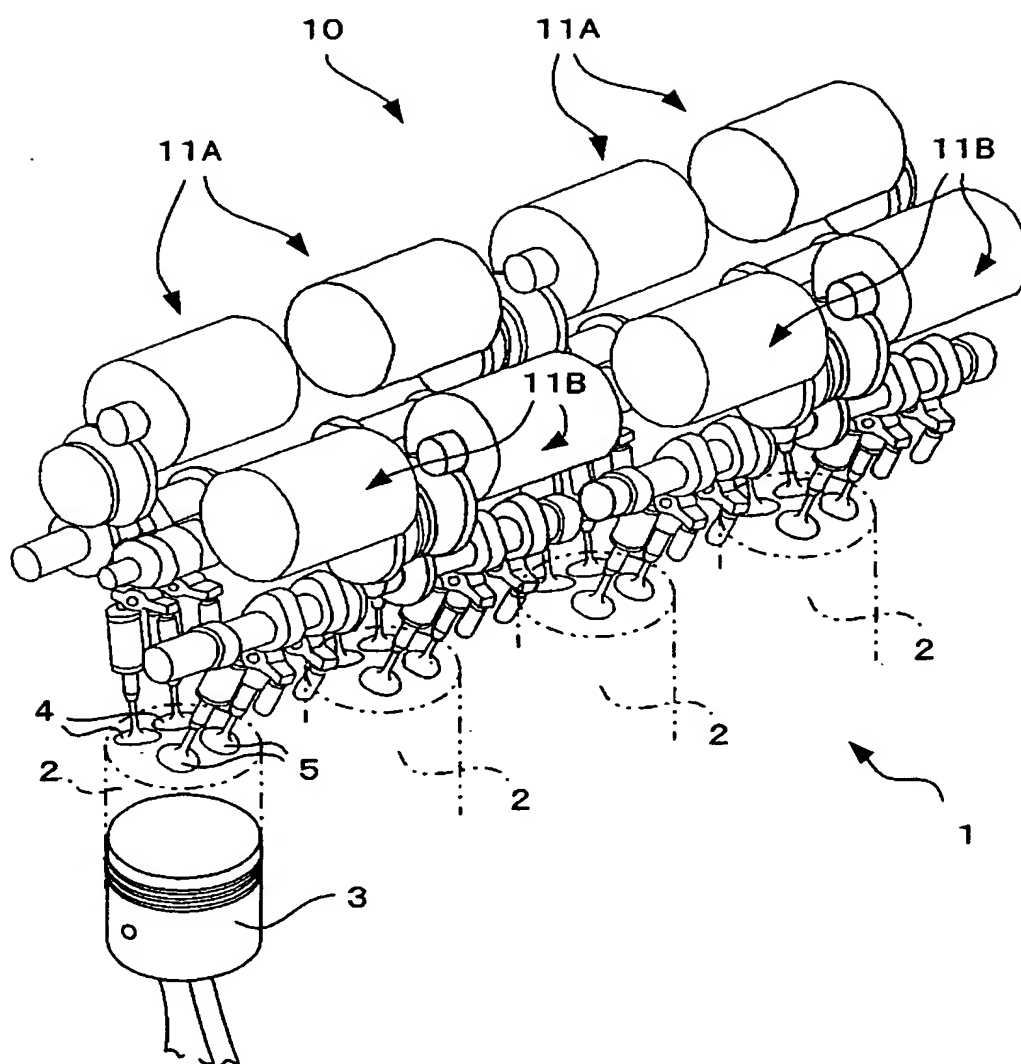
【符号の説明】

- 1 内燃機関

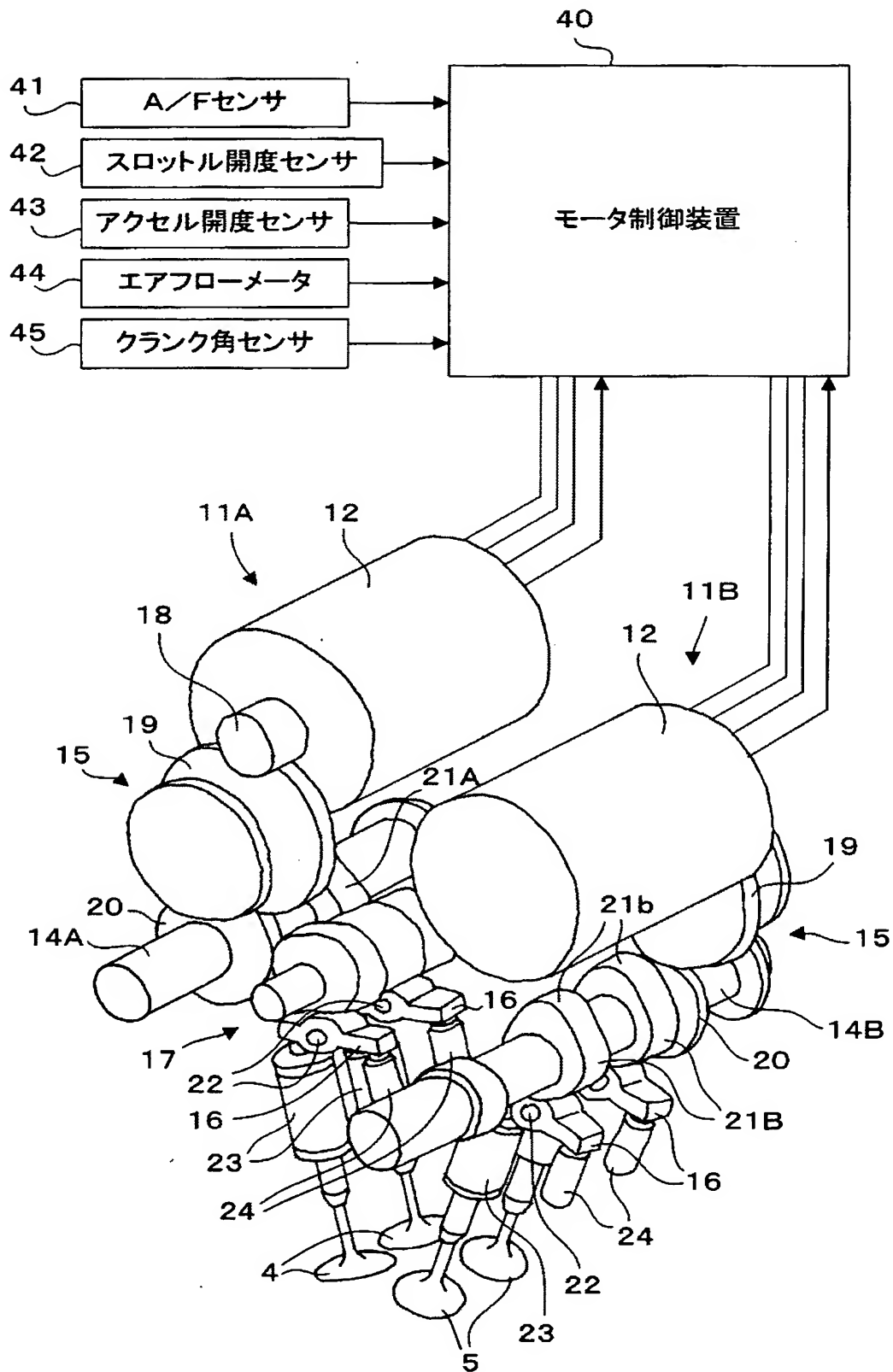
- 2 シリンダ（気筒）
- 4 吸気弁
- 5 排気弁
- 1 0 弁駆動システム
- 1 1 A, 1 1 B 弁駆動装置
- 1 2 電動モータ
- 1 3 動力伝達機構
- 1 5 ギア列
- 2 1 A, 2 1 B カム
- 2 3 弁スプリング
- 4 0 モータ制御装置（モータ制御手段、異常判別手段、カム位置特定手段、初期化手段、弁回転実行手段、リフト量制限手段、モード切替手段）

【書類名】 図面

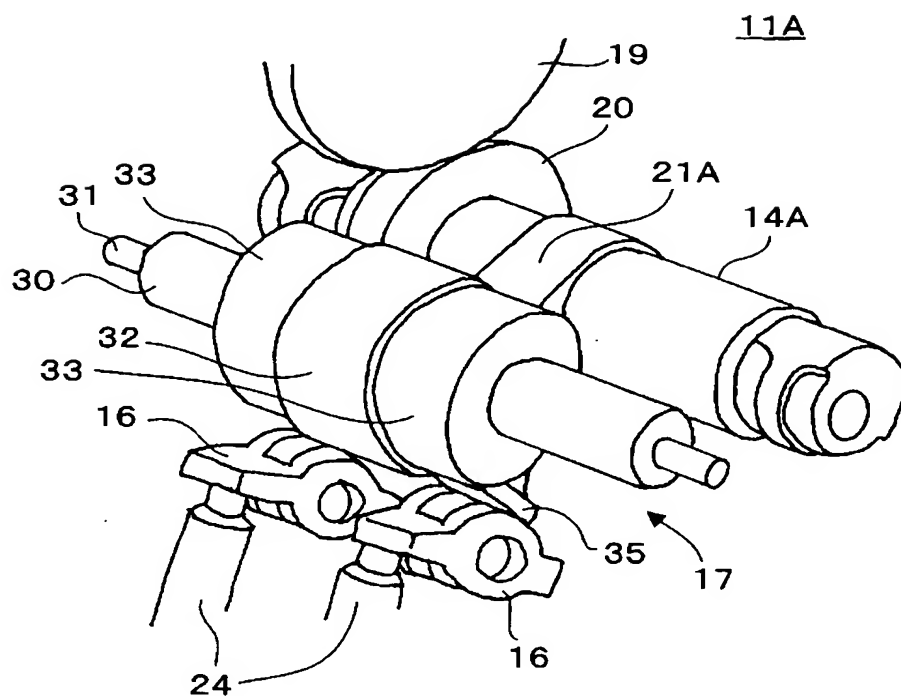
【図 1】



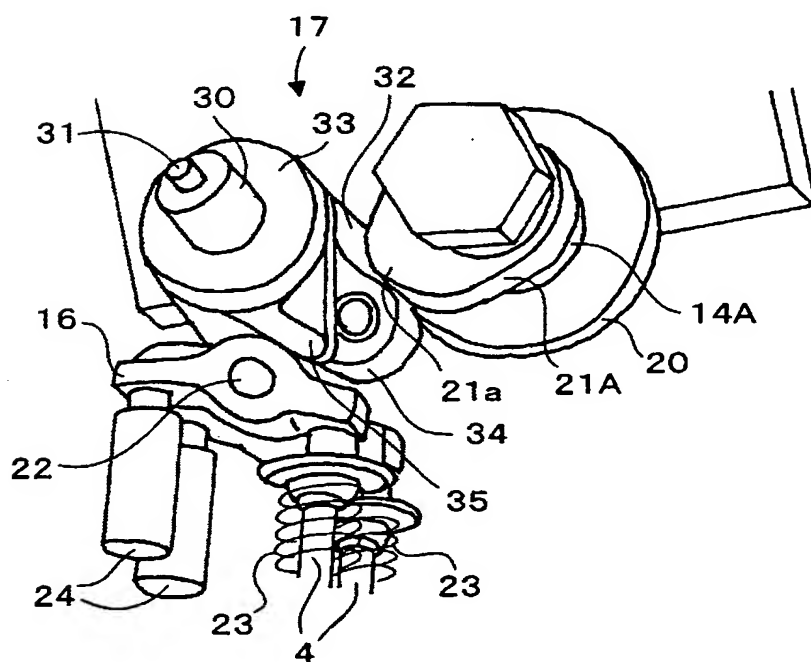
【図 2】



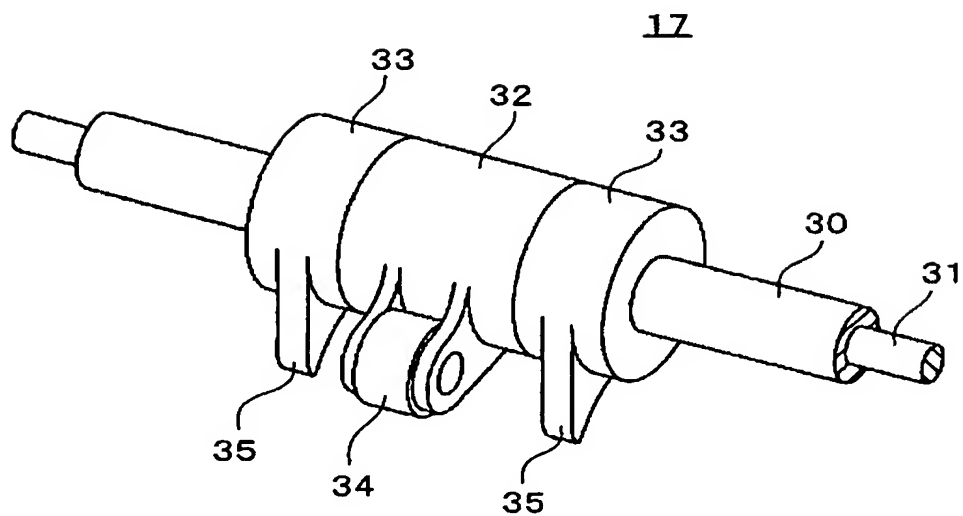
【図 3】



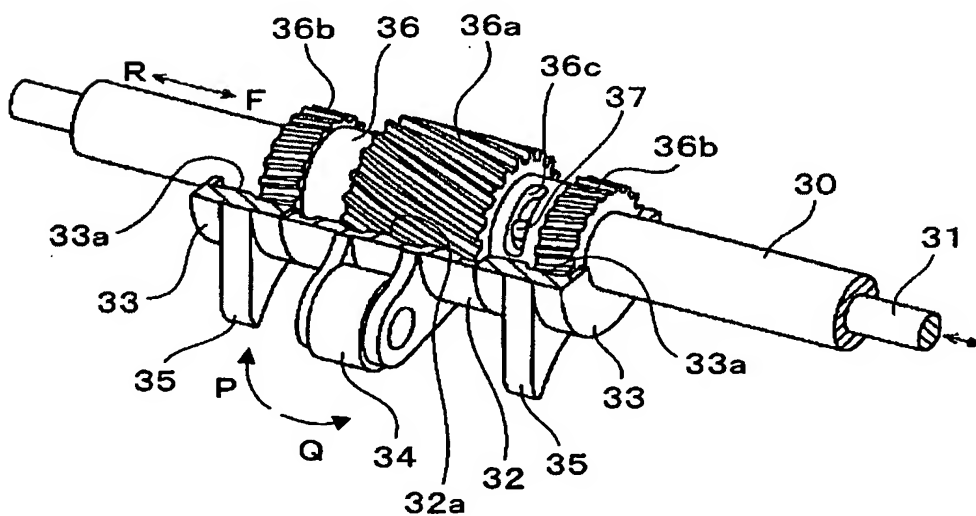
【図 4】



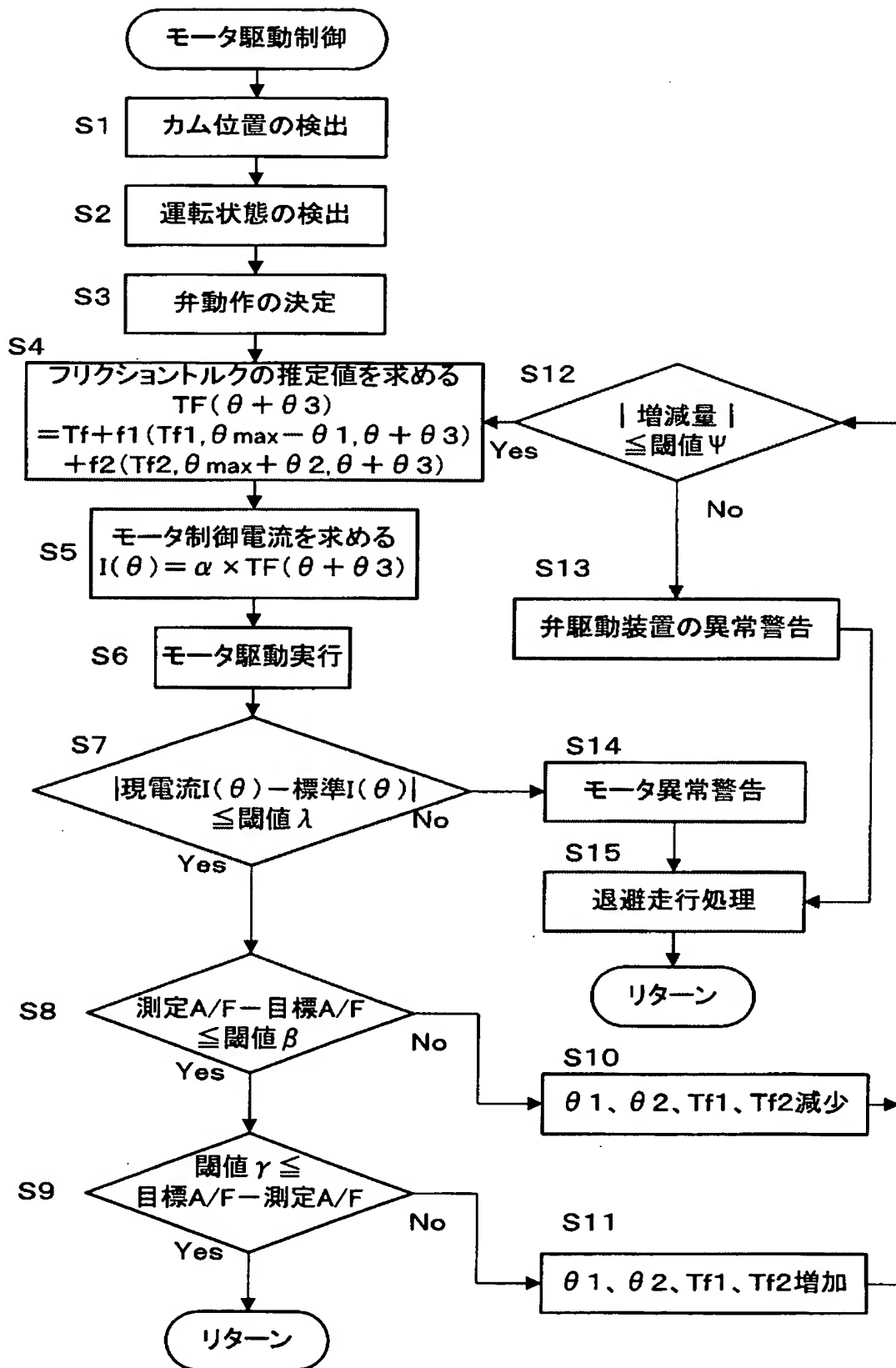
【図 5】



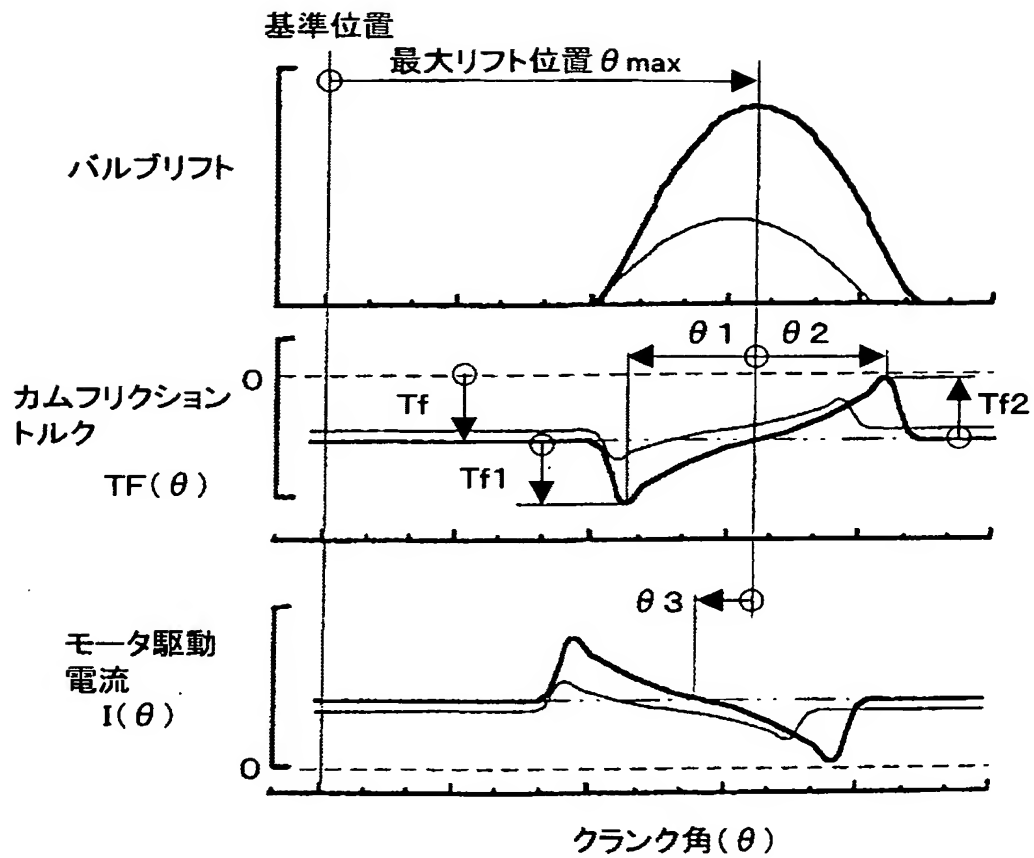
【図 6】



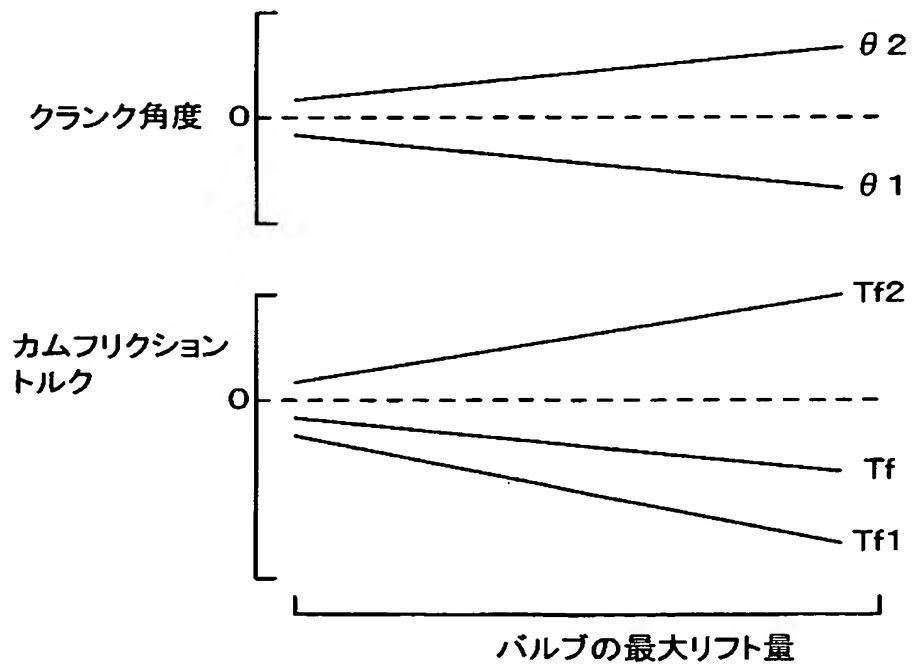
【図 7】



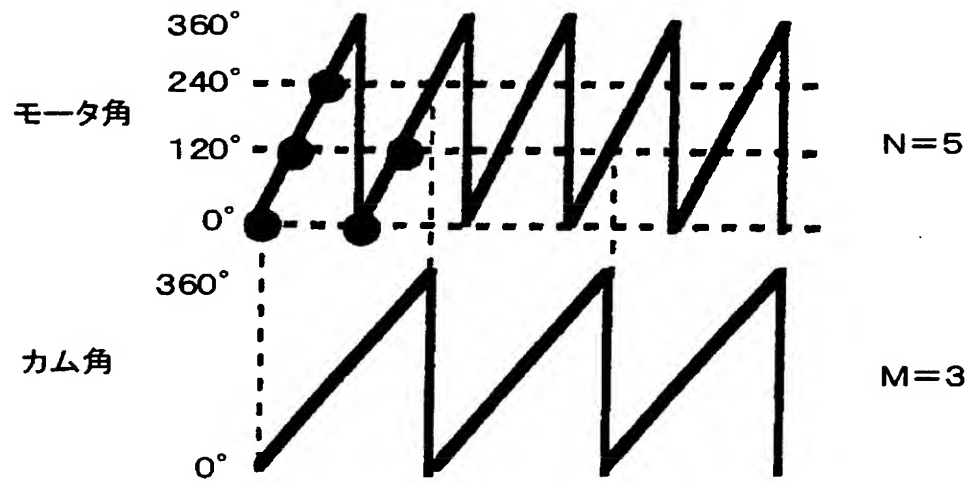
【図 8】



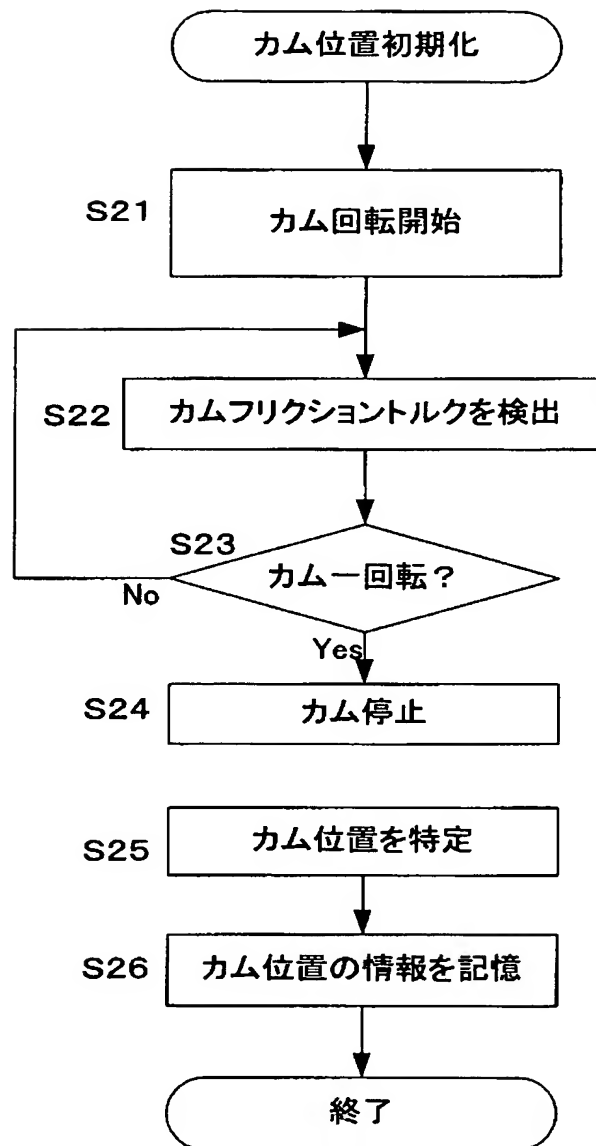
【図 9】



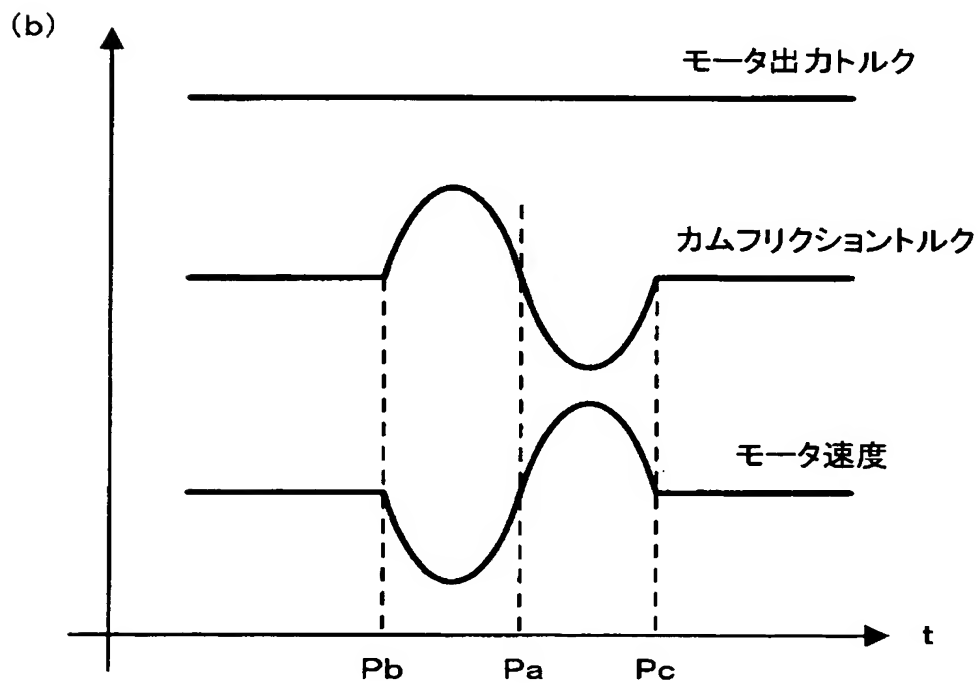
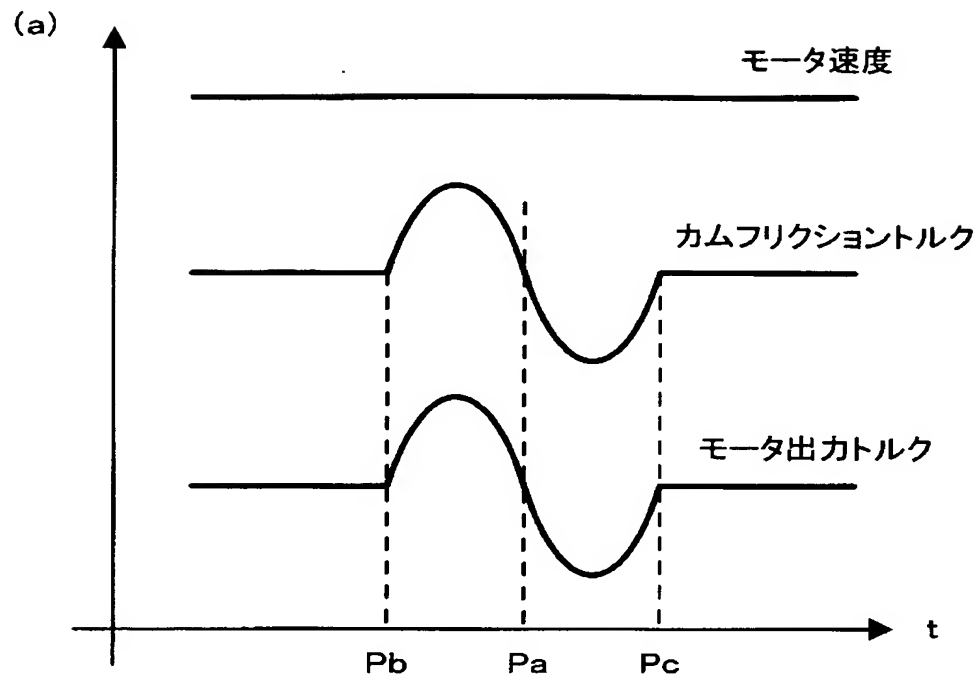
【図 10】



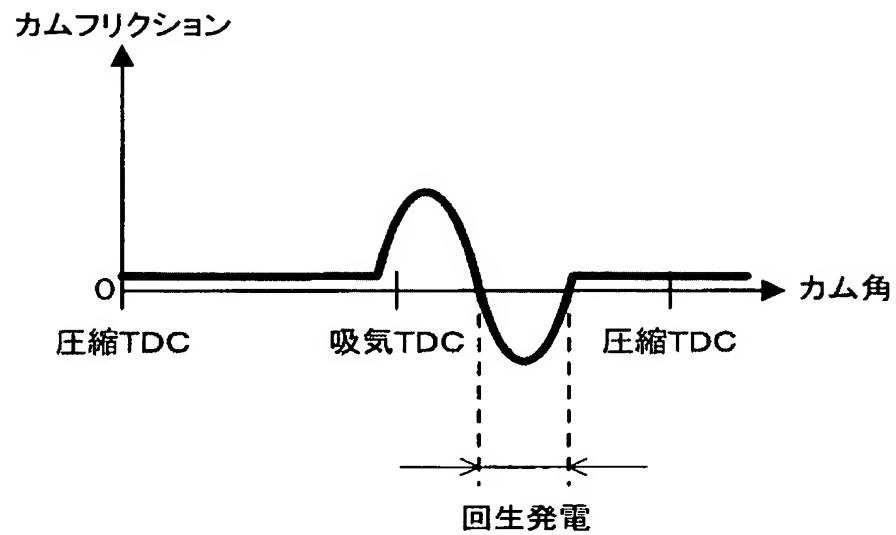
【図 11】



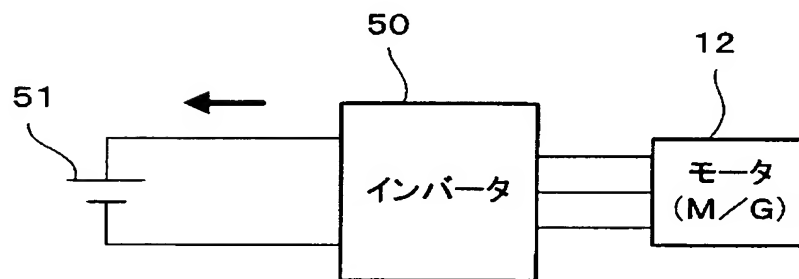
【図 12】



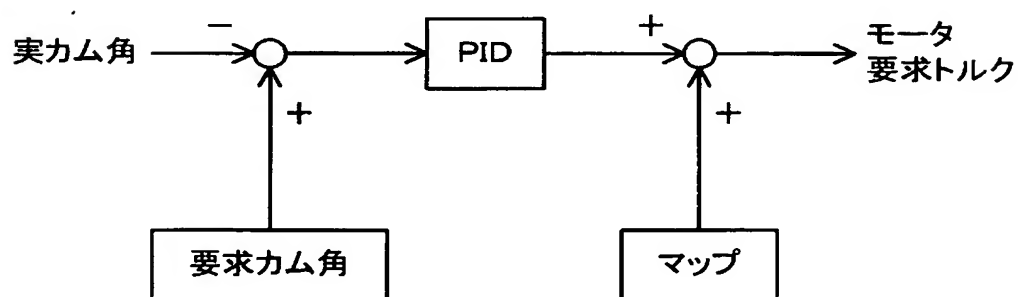
【図 13】



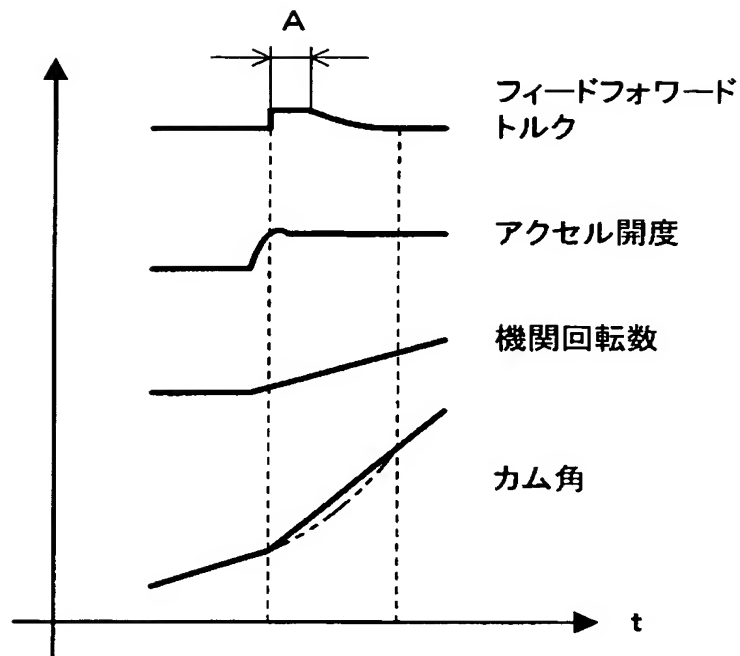
【図 14】



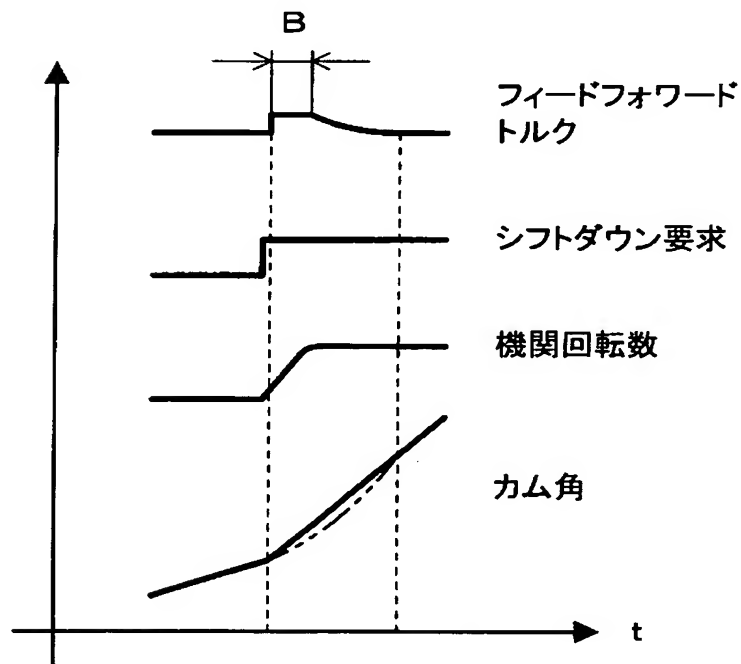
【図 15】



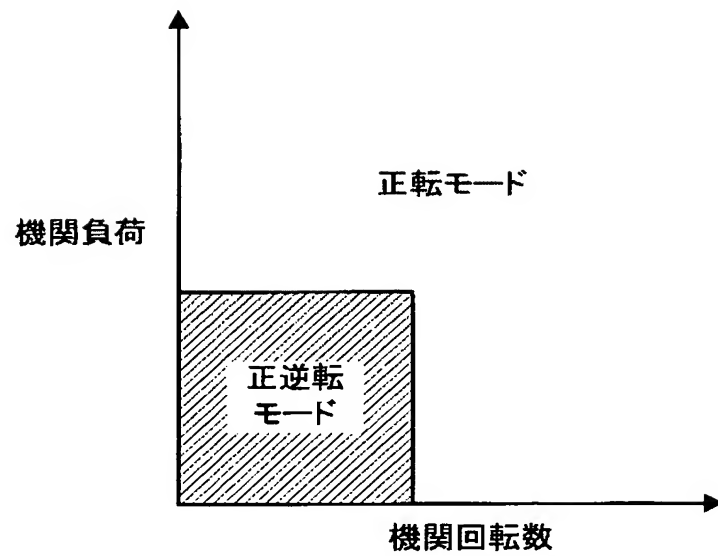
【図 16】



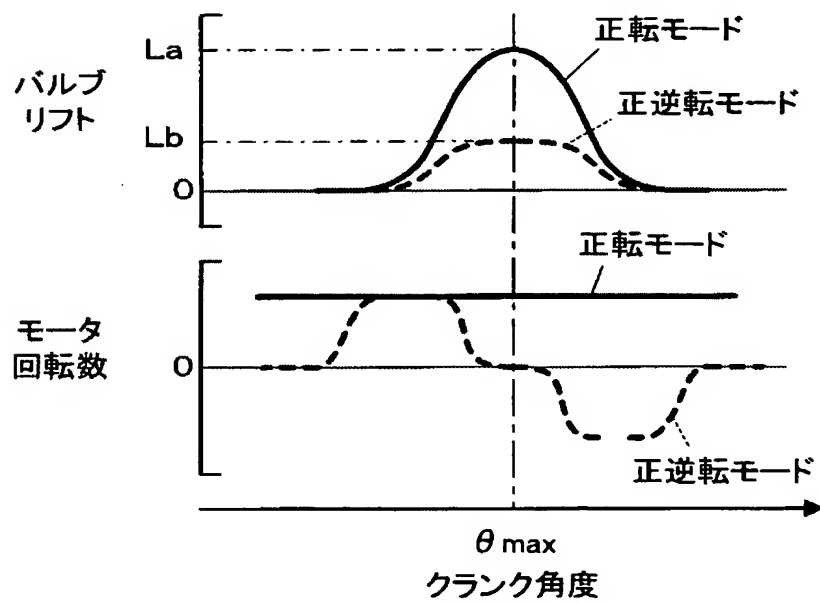
【図 17】



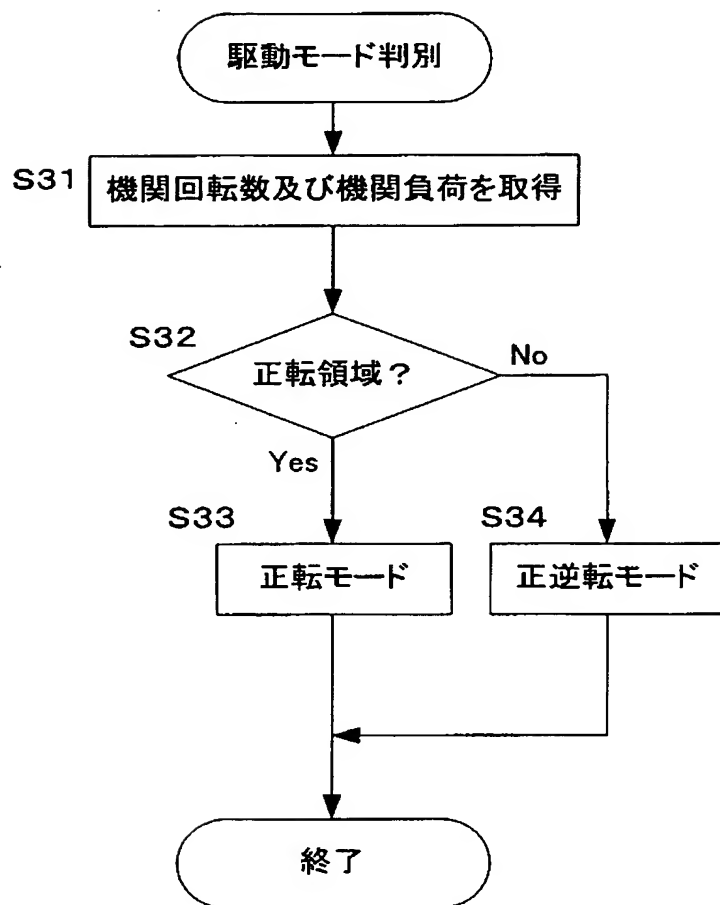
【図 18】



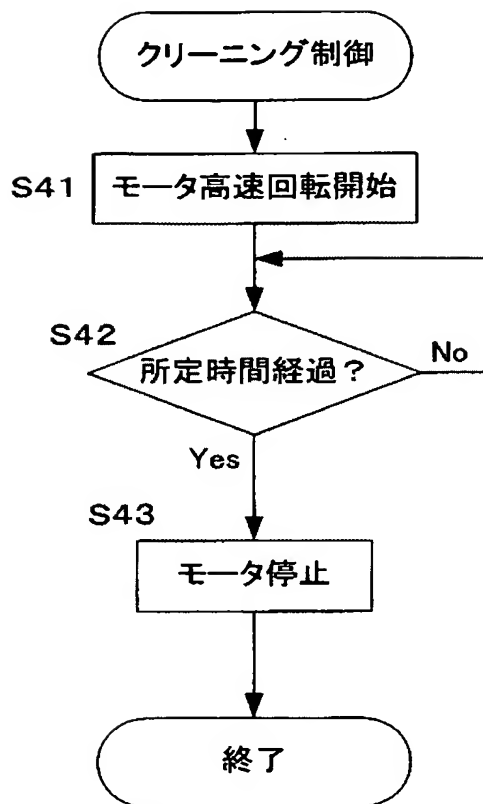
【図 19】



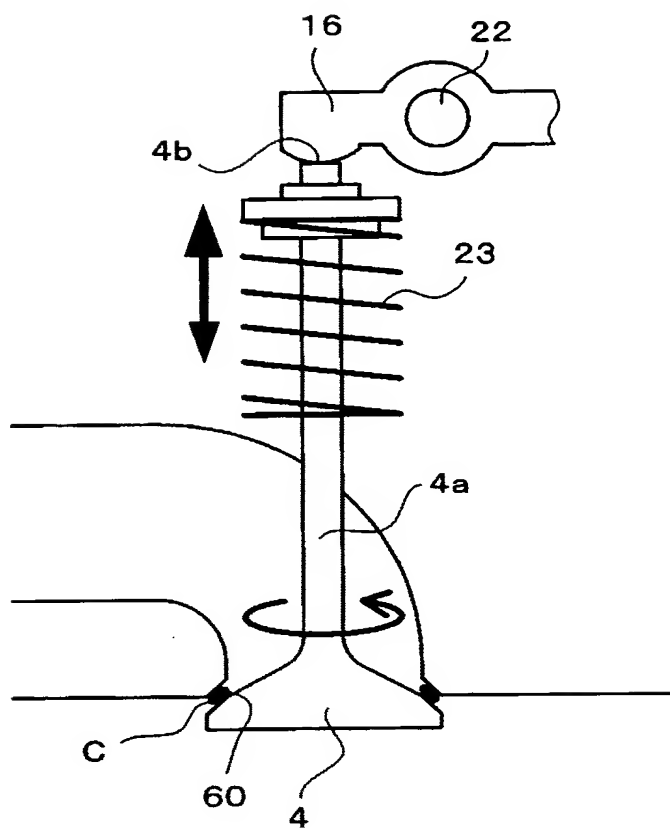
【図 20】



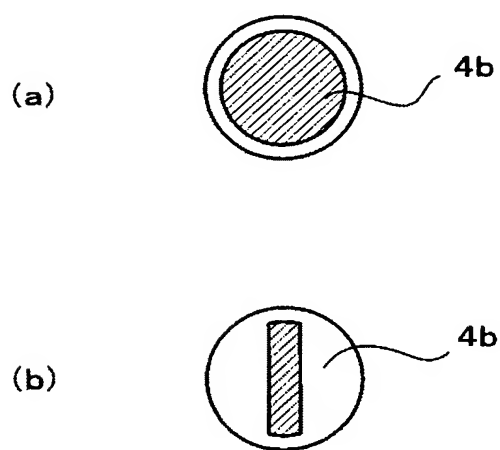
【図 21】



【図 22】



【図 23】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 複数の気筒を有する内燃機関の吸気弁又は排気弁をモータにて効率よく開閉させることができる弁駆動システムを提供する。

【解決手段】 複数のシリンダ 2 を有する内燃機関 1 に適用される弁駆動システム 10 は、各シリンダ 2 に設けられた吸気弁 4 又は排気弁 5 を駆動する。弁駆動システム 10 は、内燃機関 1 の互いに異なるシリンダ 2 の吸気弁 4 又は排気弁 5 をそれぞれ駆動するように設けられ、回転運動を発生する駆動源としての電動モータ 12、及び電動モータ 12 の回転運動を駆動対象の弁 4、5 の開閉運動に変換し伝達する動力伝達機構 13 をそれぞれ備えた複数の弁駆動装置 11A、11B と、複数の弁駆動装置のそれぞれの電動モータ 12 の動作を内燃機関 1 の運転状態に応じて制御するモータ制御装置 40 とをさらに備えている。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 2 - 3 5 4 2 3 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 2 0 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地

氏 名

トヨタ自動車株式会社